

В ЭТОМ НОМЕРЕ:**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ****ОХРАНА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ОТ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СПОСОБОВ ИХ
ОБНАРУЖЕНИЯ**

*Кректунов А. А., Ефимов И. А.,
Залесов С. В., Секерин И. М.*..... 3

**АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ,
ПРИСУТСТВУЮЩИХ В РАДИОАКТИВНОМ ГРАФИТЕ**

Девяткин Н. О., Барбин Н. М...... 9

**АНАЛИЗ КОНСОЛИДАЦИИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ С АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
КОМПОЗИЦИЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ**

Гравит М. В., Цепова А. С...... 18

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАБОТЕ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*Барбин Н. М., Бородин А. А., Куанышев В. Т.,
Санников А. А., Шнайдер А. В.* 38

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ
ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

Головина Е. В...... 46

**ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗАДРЕСНОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ
СИГНАЛИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ
ТРЕБОВАНИЙ**

Бородин А. А., Шнайдер А. В., Максимова А. В., Карасев Е. В...... 56

**К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ НАДЗОРНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ОСНОВНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Каплан Я. Б., Латыпов Р. Т., Ручкин А. В...... 61

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Аксенов С. Г., Яппаров Р.М. Кулешова Е.Ю. 75

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ
ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

Калач А. В., Клементьев Б. А., Брюхов Е. Н...... 80

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ НА ПРИМЕРЕ ПТС «ПРОФИ-270М»

Хабибуллина Н. В., Хабибуллин И. А., Головина Е. В., Лазарев И. С., Опарин И. Д...... 85

К ВОПРОСУ О ДОПУСТИМОМ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Алексеев М. А., Степанов О. И., Худякова С. А., Юдичев А. А...... 91

ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Пермяков В. Н., Мартынович В. Л., Хайруллина Л. Б. 105

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТДЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ПРИ БОРЬБЕ С ПОЖАРАМИ И ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ. ИТОГИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

Вишняков А. В., Мураев Н. П., Шишкин П. Л., Логинов В. В., Понукалин А. Ю., Осипчук А. О...... 111

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 614.849

alexkrec96@mail.ru

**ОХРАНА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ОТ ЛЕСНЫХ
ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СПОСОБОВ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ****PROTECTION OF SETTLEMENTS OF THE SVERDLOVSK REGION FROM
FOREST FIRES ON THE BASIS OF THE ANALYSIS OF THEIR DETECTION
METHODS**

*Кректунув А. А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Ефимов И. А., кандидат юридических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
Залесов С. В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Секерин И. М., кандидат сельскохозяйственных наук,
Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург*

*Krektunov A., Efimov I.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Yekaterinburg,
Zalesov S., Sekerin I.,
Ural State Forestry University,
Yekaterinburg*

В работе проведен анализ данных по способам обнаружения лесных пожаров на территории Свердловской области за период с 2017 г. по 2021 г. Сделаны выводы об эффективности различных способов обнаружения лесных пожаров на малых площадях, а также предложен ряд мероприятий по совершенствованию охраны населенных пунктов от лесных пожаров.

Ключевые слова: населенный пункт, угроза лесного пожара, источник информации о лесном пожаре, доля обнаружения лесных пожаров, наблюдение за противопожарным состоянием лесов.

The paper analyzes data on methods for detecting forest fires in the Sverdlovsk region for the period from 2017 to 2021. Conclusions are drawn about the effectiveness of various methods for detecting forest fires in small areas, and a number of measures are proposed to improve the protection of settlements from forest fires.

Keywords: settlement, threat of forest fire, source of information about forest fire, share of detection of forest fires, monitoring of the fire-prevention state of forests.

Лесные пожары представляют серьезную угрозу для населенных пунктов и объектов экономики. Они способны уничтожить не только отдельные здания и сооружения, но и целые населенные пункты, а также привести к гибели людей. В настоящее время обеспечению безопасности населенных пунктов уделяется особое внимание, поскольку реалии последних лет

показали, что установление сухой и жаркой погоды на территории регионов в сочетании с усилением ветра могут привести к трагическим последствиям.

Лесные пожары в Российской Федерации ежегодно создают угрозу для населенных пунктов, а в отдельные годы уничтожают целые поселки. Так, летом 2021 г.

в Карелии несколько дней пожарные и добровольцы защищали от огня поселок Найстенъярви, была объявлена эвакуация из поселка [1]. В августе этого же года свыше 30 жилых домов и восемь хозяйственных построек сгорели в селе Бясь–Кюель Горного района Якутии из-за перекинувшегося на населенный пункт лесного пожара [2].

Для обеспечения безопасности населенных пунктов от угрозы лесных пожаров, недопущения распространения огня на территории населенных пунктов, а также обеспечения условий успешного тушения лесных пожаров необходимо их обнаружение на самой ранней стадии возникновения.

Способы обнаружения лесных пожаров становятся все эффективней, что обусловлено, в первую очередь, развитием качественных характеристик оборудования и техники для установления места их возникновения, но при этом большая их часть по-прежнему обнаруживается местным населением, проживающим в непосредственной близости от лесных насаждений. В этом направлении в статье будет приведен более подробный анализ. Также, говоря о способах обнаружения лесных пожаров, следует отметить, что каждый из них показывает свою результативность и эффективность в конкретной ситуации и на конкретной территории. Обуславливается

данный факт техническими характеристиками оборудования обнаружения, значительной удаленностью или, наоборот, непосредственной близостью возникшего лесного пожара, временем суток, началом возникновения лесного пожара, наличием лесных дорог для организации патрулирования лесов и т. п.

В предложенной авторами работе проведен анализ всех имеющихся на данный момент способов обнаружения лесных пожаров, возникших на территории Свердловской области в период с 2017 г. по 2021 г. Свердловская область выбрана не случайно, поскольку данный субъект Российской Федерации находится на пятом месте в стране по лесистости (отношение покрытой лесом площади к общей площади субъекта) территории [3], а также имеет на своей территории 225 населенных пунктов, подверженных угрозе лесных пожаров [4].

Количество лесных пожаров на территории Свердловской области в зависимости от года меняется достаточно значительно, что в первую очередь обусловлено погодными условиями в тот или иной год, но при этом общее ежегодное их количество всегда остается на высоком уровне. Обобщенные показатели горимости лесов Свердловской области за рассматриваемый период представлены в таблице 1, а также на рисунке 1 [5–9].

*Таблица 1
Количество лесных пожаров, произошедших в лесах
Свердловской области с 2017 по 2021 гг.*

Год	Число лесных пожаров, шт.
2017	397
2018	475
2019	258
2020	513
2021	1386

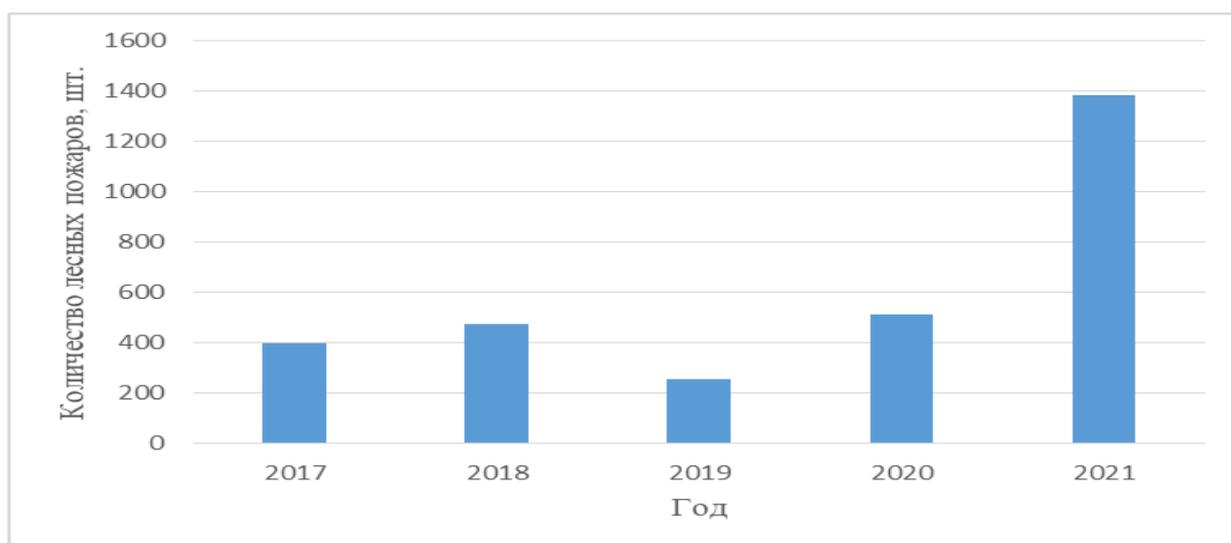


Рисунок 1. Количество лесных пожаров, произошедших в лесах Свердловской области с 2017 по 2021 гг.

На рис. 1 видно, насколько значительно может изменяться количество лесных пожаров на территории Свердловской области в зависимости от года.

Информация о возникновении лесных пожаров поступает из источников, которые условно можно разделить на несколько групп:

- источники дистанционного мониторинга с применением различных технических средств (космический мониторинг, видеомониторинг, применение беспилотных летательных аппаратов);

- источники непосредственного наблюдения за ситуацией с лесными пожарами работниками лесного хозяйства (лесоавиационные работы, воздушные суда, наземное патрулирование лесов, наблюдение с пожарных наблюдательных пунктов);

- источники информации от населения (местное население, лесопользователи).

В табл. 2 обобщим показатели по количеству лесных пожаров и способам их обнаружения на территории Свердловской области за период с 2017 г. по 2021 г.

Таблица 2

Распределение лесных пожаров по количеству и способам их обнаружения на территории Свердловской области за период с 2017 г. по 2021 г.

Способ обнаружения	Количество пожаров, шт.	Доля обнаруженных пожаров, %
Наблюдение с пожарных наблюдательных вышек	35	1,2
Наземное патрулирование лесов	582	19,2
Лесоавиационные работы	468	15,4
Лесопользователи	9	0,4
По информации от местного населения	1431	47,2
По данным космических средств	200	6,6
Беспилотные летательные аппараты	4	0,1
Видеомониторинг (видеокамеры)	299	9,9

Таким образом, информация о почти половине всех лесных пожаров, возникших на территории Свердловской области за последние 5 лет, поступила от местного населения. Данное обстоятельство можно объяснить и тем, что от 50 до 70 % лесных пожаров чаще всего возникают в радиусе 5 км от жилой зоны, что позволяет населению своевременно реагировать. Около 20 % лесных пожаров было обнаружено в результате наземного патрулирования лесов, при этом весомый вклад в возможность обнаружения лесных пожаров этим способом вносит развитая сеть лесных дорог, опять же созданных, чаще всего, вокруг населенных пунктов. А вот наблюдение с пожарных наблюдательных вышек позволило выявить всего 1 % возникших на территории Свердловской области за последние 5 лет лесных пожаров, что говорит о крайне нерезультативном и неэффективном их использовании.

Результаты, приведенные в табл. 2, не могут в полной мере дать разъяснение о приоритетности того или иного способа обнаружения лесных пожаров, ведь как уже указывалось выше, только наиболее раннее обнаружение лесного пожара на наименьшей площади позволит максимально обезопасить населенный пункт путем его скорейшей локализации и дальнейшей ликвидации. В этой связи, на основании данных о лесных пожарах за 2021 г., проведем анализ способов, позволивших обнаружить лесной пожар на минимальной площади, т. е. на площади до 1 га. Анализ данных по лесным пожарам за 2021 г. интересен еще и тем, что общее количество лесных пожаров в этом году превысило среднее пятилетнее значение более чем на 45 %. В табл. 3 отобразим имеющиеся за 2021 г. данные о доле обнаруженных различными способами лесных пожаров на территории Свердловской области на площади до 1 га.

Таблица 3

Распределение лесных пожаров площадью до 1 га по количеству и способам их обнаружения на территории Свердловской области в 2021 г.

Способ обнаружения	Количество пожаров, шт.	Доля обнаруженных пожаров, %
Наблюдение с пожарных наблюдательных вышек	4	0,7
Наземное патрулирование лесов	93	17,2
Лесоавиационные работы	72	13,4
Лесопользователи	1	0,2
По информации от местного населения	321	59,6
По данным космических средств	5	0,9
Беспилотные летательные аппараты	1	0,2
Видеомониторинг (видеокамеры)	42	7,8

Представим полученные данные по распределению лесных пожаров площадью

до 1 га на территории Свердловской области в 2021 г. на рис. 2.

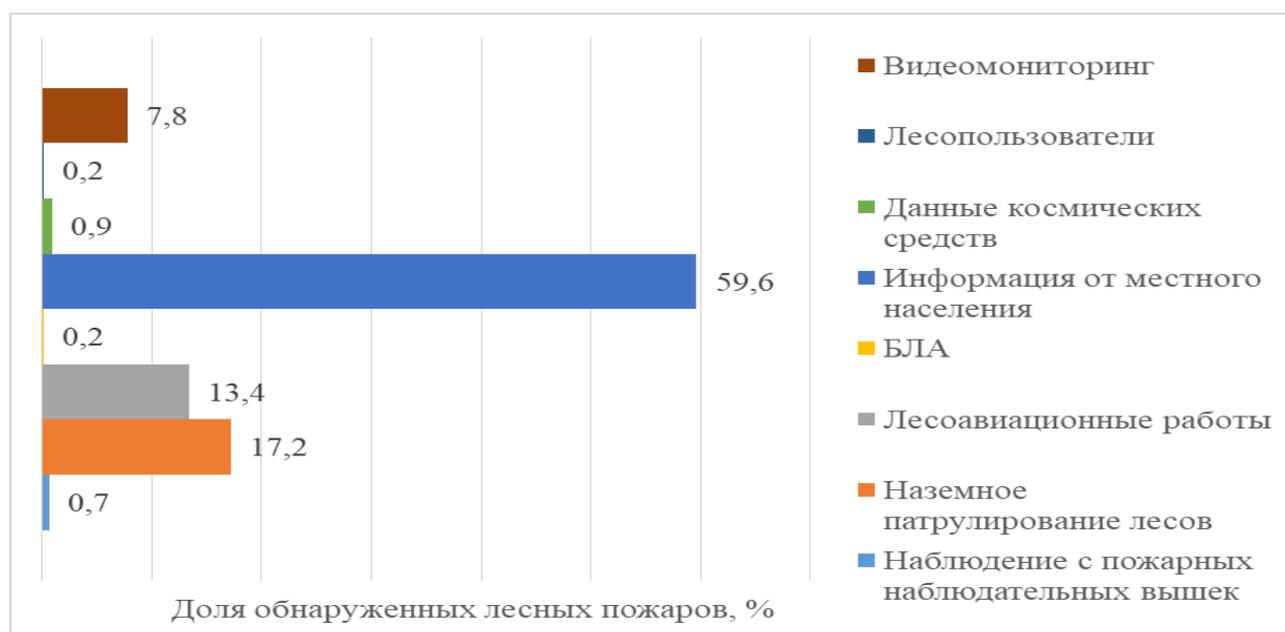


Рисунок 2. Распределение долей лесных пожаров площадью до 1 га по способам их обнаружения на территории Свердловской области в 2021 г.

По итогам проведенного анализа сделаем следующие выводы:

- информация о лесных пожарах площадью до 1 га на территории Свердловской области в 2021 г. поступала от местного населения почти в 60 % случаев;
- на ранней стадии возникновения пожара, наряду с информацией от местного населения, к эффективным способам их выявления на площади до 1 га в 2021 г. можно отнести наземное патрулирование лесов (17,2 % выявленных случаев) и лесоавиационные работы (13,4 % выявленных случаев);
- в связи с большим количеством лесных пожаров, выявляемых при проведении наземного патрулирования и местным населением вблизи населенных пунктов, на период повышенной лесопожароопасности целесообразно создавать дополнительные патрульные, патрульно-манев-

ренные, маневренные и патрульно-контрольные группы, которые будут выявлять лесные пожары вблизи населенных пунктов;

- оснащение указанных групп беспилотными летательными аппаратами позволит расширить их возможности по раннему обнаружению возникших лесных пожаров вблизи населенных пунктов;

– космический мониторинг не является эффективным при выявлении пожаров на площади до 1 га, но на площади от 1 до 5 га его эффективность значительно увеличивается.

В целом отметим, что непрерывный контроль за ситуацией с лесными пожарами, возникающими как вблизи, так и на удалении от населенных пунктов, в сочетании с созданием проектов противопожарного устройства лесов вокруг них может существенно обезопасить население, здания и сооружения от огня лесных пожаров.

Литература

1. Последние данные о ситуации с лесными пожарами в Карелии. URL: https://www.1tv.ru/news/2021-07-20/410127-poslednie_dannye_o_situatsii_s_lesnymi_pozharami_v_karelii (дата обращения: 17.03.2022).
2. Пожар уничтожил свыше 30 жилых домов в селе Бясь-Кюель в Якутии. URL: <https://ria.ru/20210807/pozhar-1744833719.html?in=t> (дата обращения: 18.03.2022).
3. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России. Социально-экономические показатели. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm (дата обращения: 18.03.2022).

4. О мерах по обеспечению готовности Свердловской областной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций к пожароопасному сезону: постановление Правительства Свердловской области № 142-ПП от 18.03.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/574658892> (дата обращения: 18.03.2022).

5. Распределение пожаров по способам обнаружения и площади обнаружения в 2017 году на территории Свердловской области. Материалы Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области // Документ опубликован не был.

6. Распределение пожаров по способам обнаружения и площади обнаружения в 2018 году на территории Свердловской области. Материалы Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области // Документ опубликован не был.

7. Распределение пожаров по способам обнаружения и площади обнаружения в 2019 году на территории Свердловской области. Материалы Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области // Документ опубликован не был.

8. Распределение пожаров по способам обнаружения и площади обнаружения в 2020 году на территории Свердловской области. Материалы Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области // Документ опубликован не был.

9. Распределение пожаров по способам обнаружения и площади обнаружения в 2021 году на территории Свердловской области. Материалы Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области // Документ опубликован не был.

References

1. Poslednie dannye o situatsii s lesnymi pozharami v Karelii. URL: https://www.1tv.ru/news/2021-07-20/410127-poslednie_dannye_o_situatsii_s_lesnymi_pozharami_v_karelii (дата обращения: 17.03.2022).

2. Pozhar unichtozhil svyshe 30 zhilyh domov v sele Byas-Kyuel v Yakutii. URL: <https://ria.ru/20210807/pozhar-1744833719.html?in=t> (дата обращения: 18.03.2022).

3. Federalnaya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Regiony Rossii. Sotsialno-ekonomicheskie pokazateli. URL: https://www.gks.ru/bgd/regl/b20_14p/Main.htm (дата обращения: 18.03.2022).

4. О мерах по обеспечению готовности Свердловской областной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций к пожароопасному сезону: постановление Правительства Свердловской области № 142-ПП от 18.03.2021. URL: <https://docs.cntd.ru/document/574658892> (дата обращения: 18.03.2022).

5. Raspredelenie pozharov po sposobam obnaruzheniya i ploshhadi obnaruzheniya v 2017 godu na territorii Sverdlovskoj oblasti. Materialy Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Sverdlovskoj oblasti // Dokument opublikovan ne byl.

6. Raspredelenie pozharov po sposobam obnaruzheniya i ploshhadi obnaruzheniya v 2018 godu na territorii Sverdlovskoj oblasti. Materialy Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Sverdlovskoj oblasti // Dokument opublikovan ne byl.

7. Raspredelenie pozharov po sposobam obnaruzheniya i ploshhadi obnaruzheniya v 2019 godu na territorii Sverdlovskoj oblasti. Materialy Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Sverdlovskoj oblasti // Dokument opublikovan ne byl.

8. Raspredelenie pozharov po sposobam obnaruzheniya i ploshhadi obnaruzheniya v 2020 godu na territorii Sverdlovskoj oblasti. Materialy Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Sverdlovskoj oblasti // Dokument opublikovan ne byl.

9. Raspredelenie pozharov po sposobam obnaruzheniya i ploshhadi obnaruzheniya v 2021 godu na territorii Sverdlovskoj oblasti. Materialy Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Sverdlovskoj oblasti // Dokument opublikovan ne byl.

УДК 614.876

liopiy@yandex.ru**АНАЛИЗ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ,
ПРИСУТСТВУЮЩИХ В РАДИОАКТИВНОМ ГРАФИТЕ****ANALYSIS OF THE RADIATION HAZARD OF RADIONUCLIDES PRESENT
IN RADIOACTIVE GRAPHITE**

*Девяткин Н. О.,
Барбин Н. М., доктор технических наук, доцент
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Devyatkin N., Barbin N.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Yekaterinburg*

В статье представлен ряд радионуклидов, присутствующих в радиоактивном графите; проведена классификация радионуклидов присутствующих в радиоактивном графите к различным группам радиационной опасности; обозначены основные свойства радионуклидов; представлены сравнительные диаграммы по показателям радиационных свойств радионуклидов различных групп радиационной опасности; проведен системный анализ по основным радиационным свойствам радионуклидов различных групп радиационной опасности; приведены характерные реакции распада радионуклидов различных групп радиационной опасности; предложены наглядные схемы расположения радионуклидов различных групп радиационной опасности в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека; выявлены наиболее опасные радионуклиды для жизни и здоровья человека для каждой группы радиационной опасности.

Ключевые слова: радионуклид, радиоактивный графит, минимально-значимая активность, группа радиационной опасности, реакции распада.

The article presents a number of radionuclides present in radioactive graphite; the classification of radionuclides present in radioactive graphite to various groups of radiation hazard is carried out; the main properties of radionuclides are indicated; comparative diagrams on indicators of radiation properties of radionuclides of various groups of radiation hazard are presented; a systematic analysis of the main radiation properties of radionuclides of various groups of radiation hazard is carried out; characteristic reactions of decay of radionuclides are given of various groups of radiation hazard; visual schemes of the location of radionuclides of various groups of radiation hazard in radioactive graphite are proposed, according to the danger to human life and health; the most dangerous radionuclides for human life and health for each group of radiation hazard are identified.

Keywords: radionuclide, radioactive graphite, minimally significant activity, radiation hazard group, decay reactions.

Введение

В связи с опасностью применения радионуклидов естественного и искусственного происхождения необходимо иметь полное представление о свойствах

радиоактивных элементов. Особое значение имеет воздействие радионуклидов на человека.

В результате заprojektной аварий реакторов РБМК из-за попадания воды на

раскаленный графит происходит его сгорание, в результате которого возможно выделение следующих радионуклидов: ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , ^{242}Pu , ^{243}Pu , ^{241}Am , ^{243}Am , ^{243}Am , ^{235}U , ^{236}U , ^{238}U , ^{152}Eu , $^{152\text{m}}\text{Eu}$, ^{154}Eu , ^{90}Sr , ^{36}Cl , ^{59}Ni , ^{134}Cs , $^{134\text{m}}\text{Cs}$, ^{137}Cs , ^{14}C [1]. Указанные радионуклиды делятся на группы радиационной опасности в зависимости от параметра минимально значимой активности (А, Б, В, Г) в соответствии с [2].

Целью данной статьи является проведение системного анализа по выявлению наиболее опасных для жизни и здоровья человека радионуклидов, присутствующих в радиоактивном графите, внутри каждой группы радиационной опасности.

Для выполнения системного анализа были выделены следующие основные свойства, указанные в [3]: период полураспада радиоактивного элемента, средняя энергия характеристического, γ - и аннигиляционного излучения либо β -излучения, конверсионных электронов и электронов Оже, тип распада, допустимое содержание радионуклида в критическом органе, допустимая концентрация радионуклида в критическом органе, предельно допустимое поступление радионуклида в организм через органы дыхания, предел годового поступления радионуклида в организм, допустимая концентрация радионуклида в атмосферном воздухе или воде, предельная концентрация радионуклида при 40-часовой рабочей неделе, минимально значимая активность (с отнесением к группе радиационной безопасности). При анализе статистических данных использовали программы Microsoft Excel, Microsoft Word.

Группа радиационной опасности

А

В группу радиационной опасности А (минимально значимая активность $3,7 \cdot 10^3$ Бк) входят следующие радионуклиды: ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{242}Pu , ^{243}Am , ^{241}Am . Из приведенных диаграмм, построенных на основании данных [4], [5], [6], [7] следует, что наиболее опасный радионуклид

по периоду полураспада ^{242}Pu – 376300 лет, на втором месте – ^{239}Pu – 24065 лет, на третьем – ^{243}Am – 7380 лет, на четвертом – ^{240}Pu – 6537 лет, менее опасным является ^{241}Am – 432,2 года. Следует отметить, что периоды полураспада данных радионуклидов являются очень высокими, что несет высокую опасность для жизни и здоровья человека.

По средней энергии β -излучения, конверсионных электронов и электронов Оже выделяется ^{239}Pu – 0,0665 МэВ/Бк • с, на втором месте – ^{241}Am – 0,0519 МэВ/Бк • с, на третьем месте – ^{243}Am – 0,0216 МэВ/Бк • с, на четвертом месте – ^{240}Pu – 0,0106 МэВ/Бк • с, менее опасным является ^{242}Pu – 0,00524 МэВ/Бк • с. По средней энергии характеристического, γ - и аннигиляционного излучения выше всего у ^{243}Am – 0,0559 эВ/Бк • с, на втором месте – ^{241}Am – 0,0324 МэВ/Бк • с, на третьем месте – ^{240}Pu – 0,0173 МэВ/Бк • с, на четвертом месте – ^{239}Pu – 0,00796 МэВ/Бк • с, ниже всего – у ^{242}Pu – 0,00144 МэВ/Бк • с. По допустимому содержанию радионуклида в критическом органе выше всего ^{241}Am – 81,4 Бк, на втором месте – ^{243}Am – 85,1 Бк, у радионуклидов ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{242}Pu – 290 Бк.

По допустимой концентрации радионуклида в критическом органе наиболее опасные – ^{240}Pu , ^{242}Pu – 0,000011 Бк/л, на третьем месте – ^{239}Pu – 0,000033 Бк/л, на четвертом месте – ^{243}Am – 0,0001 Бк/л, наименее опасный ^{241}Am – 11000 Бк/л. По предельно допустимому поступлению радионуклида в организм через органы дыхания выше всего показатель у ^{239}Pu , ^{240}Pu – 77,7 Бк/год, на третьем месте – ^{242}Pu – 81,4 Бк/год, ниже показатель у ^{243}Am , ^{241}Am –

260 Бк/год. По пределу годового поступления радионуклида в организм наиболее опасными являются ^{239}Pu , ^{240}Pu – 7,8 Бк/год, на третьем месте – ^{242}Pu – 8,1 Бк/год, на четвертом месте – ^{241}Am – 23,9 Бк/год, менее опасный элемент – ^{243}Am – 27,8 Бк/год. По допустимой концентрации радионуклида в атмосферном воздухе или воде выше у ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{242}Pu – 0,0000011 Бк/л, ниже у ^{241}Am , ^{243}Am – 0,0000037 Бк/л. По предельной концентрации радионуклида при 40-часовой рабочей неделе наиболее опасный радионуклид ^{239}Pu – 0,02 Бк/м³, у ^{240}Pu , ^{241}Am , ^{243}Am – 0,08 Бк/м³, наименее опасный радионуклид ^{242}Pu – 0,09 Бк/м³.

Также стоит отметить реакции распада радионуклидов группы радиационной опасности А, присутствующих в радиоактивном графите (1 – 5). Все элементы имеют α -распад с образованием другого радионуклида и выделением ^4_2He .

Проведя анализ полученных диаграмм по совокупности основных свойств, можно составить схему расположения радионуклидов группы радиационной опасности А, присутствующих в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека (рис. 1), где наиболее опасным является ^{239}Pu , на втором месте – ^{240}Pu , на третьем месте – ^{242}Pu , на четвертом – ^{243}Am , наименее опасными – ^{241}Am .

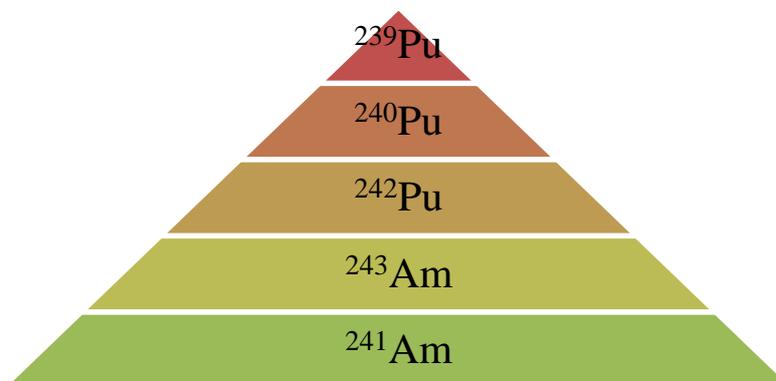
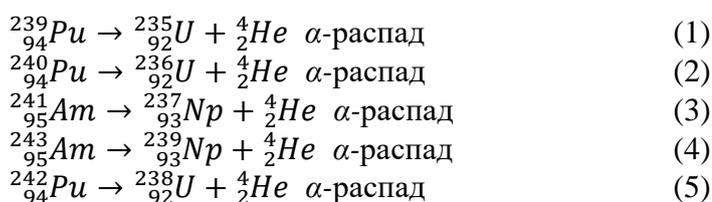


Рисунок 1. Схема расположения радионуклидов группы радиационной опасности А, присутствующих в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека в порядке убывания

Группа радиационной опасности Б

В группу радиационной опасности Б (минимально значимая активность $3,7 \cdot 10^4$ Бк) входят следующие радионуклиды ^{235}U , ^{236}U , ^{154}Eu , ^{90}Sr , ^{241}Pu , ^{152}Eu . Из приведенных диаграмм построенных на основании данных [5], [6], [8], [9], [11], следует, что наиболее опасный радионуклид по периоду полураспада ^{235}U – 70380000 лет, на

втором месте – ^{236}U – 2341500 лет, на третьем месте – ^{90}Sr – 29,12 лет, на четвертом месте – ^{241}Pu – 14,4 года, на пятом месте – ^{152}Eu – 13,33 года, менее опасным является ^{154}Eu – 8,8 лет.

По средней энергии β -излучения, конверсионных электронов и электронов Оже выделяется ^{154}Eu – 0,288 МэВ/Бк • с, на втором месте – ^{90}Sr – 0,196 МэВ/Бк • с,

на третьем месте – $^{152}\text{Eu} - 0,136 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$,
на четвертом месте – $^{235}\text{U} - 0,048 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$,
с, на пятом месте – $^{236}\text{U} - 0,0114 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$,
с, менее опасным является $^{241}\text{Pu} - 0,00872 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$.

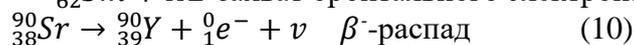
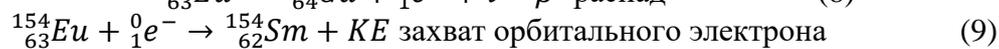
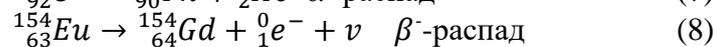
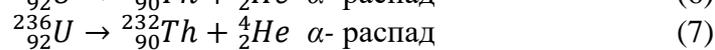
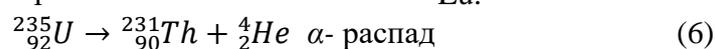
По средней энергии характеристического, γ - и аннигиляционного излучения выше всего у $^{154}\text{Eu} - 1,22 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$, на втором месте – $^{152}\text{Eu} - 1,14 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$, на третьем месте – $^{235}\text{U} - 0,154 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$, ниже – у $^{236}\text{U} - 0,0157 \text{ МэВ/Бк} \cdot \text{с}$. По допустимому содержанию радионуклида в критическом органе наиболее опасный $^{235}\text{U} - 40 \text{ Бк}$, на втором месте – $^{236}\text{U} - 90 \text{ Бк}$, на третьем месте – $^{241}\text{Pu} - 290 \text{ Бк}$, на четвертом месте – $^{154}\text{Eu} - 12000 \text{ Бк}$, на пятом месте – $^{154}\text{Eu} - 37000 \text{ Бк}$, наименее опасный радионуклид $^{152}\text{Eu} - 37000 \text{ Бк}$.

По допустимой концентрации радионуклида в критическом органе наиболее опасный – $^{241}\text{Pu} - 0,000059 \text{ Бк/л}$, на втором месте – $^{236}\text{U} - 0,000207 \text{ Бк/л}$, на третьем месте – $^{235}\text{U} - 0,000222 \text{ Бк/л}$, на четвертом месте – $^{154}\text{Eu} - 0,14 \text{ Бк/л}$, наименее опасный $^{152}\text{Eu} - 0,44 \text{ Бк/л}$. По предельно допустимому поступлению радионуклида в организм через органы дыхания выше всего показатель у $^{236}\text{U} - 5000 \text{ Бк/год}$, на втором месте – $^{235}\text{U} - 6000 \text{ Бк/год}$, на третьем месте – $^{90}\text{Sr} - 110000 \text{ Бк/год}$, на четвертом месте – $^{241}\text{Pu} - 1800000 \text{ Бк/год}$, ниже показатель у $^{152}\text{Eu} - 2100000 \text{ Бк/год}$, по пределу годового поступления радионуклида в организм наиболее опасным является $^{241}\text{Pu} - 410 \text{ Бк/год}$, на втором месте – $^{236}\text{U} -$

500 Бк/год , на третьем месте – $^{236}\text{U} - 600 \text{ Бк/год}$, на четвертом месте – $^{90}\text{Sr} - 11000 \text{ Бк/год}$, на пятом месте – $^{154}\text{Eu} - 35000 \text{ Бк/год}$, менее опасным является $^{152}\text{Eu} - 110000 \text{ Бк/год}$. По допустимой концентрации радионуклида в атмосферном воздухе или воде выше показатель у $^{241}\text{Pu} - 0,000059 \text{ Бк/л}$, на втором месте – ^{236}U и $^{235}\text{U} - 0,00007 \text{ Бк/л}$, на третьем месте – $^{90}\text{Sr} - 0,0015 \text{ Бк/л}$, на четвертом месте – $^{154}\text{Eu} - 0,0048 \text{ Бк/л}$, ниже всего показатель у $^{152}\text{Eu} - 0,016 \text{ Бк/л}$. По предельной концентрации радионуклида при 40-часовой рабочей неделе наиболее опасный $^{236}\text{U} - 0,1 \text{ Бк/м}^3$, на втором месте – ^{235}U и $^{241}\text{Pu} - 0,6 \text{ Бк/м}^3$, на третьем месте – $^{90}\text{Sr} - 60 \text{ Бк/м}^3$, на четвертом месте – $^{154}\text{Eu} - 300 \text{ Бк/м}^3$, наименее опасный $^{152}\text{Eu} - 400 \text{ Бк/м}^3$.

Реакции распада радионуклидов группы радиационной опасности Б, присутствующих в радиоактивном графите (6 – 15). Элементы имеют как α -распад с образованием другого радионуклида и выделением ^4_2He , так и электронный и позитронный распад с выделением $^0_1e^-$, $^0_1e^+$ соответственно, также присутствует захват орбитального электрона.

Проведя анализ полученных диаграмм по совокупности основных свойств, можно составить схему расположения радионуклидов группы радиационной опасности Б, присутствующих в радиоактивном графите по мере опасности для жизни и здоровья человека (рис. 2), где наиболее опасным является ^{235}U , на втором месте – ^{236}U , на третьем месте – ^{154}Eu , на четвертом – ^{154}Eu , на пятом – ^{90}Sr , наименее опасными – ^{152}Eu .



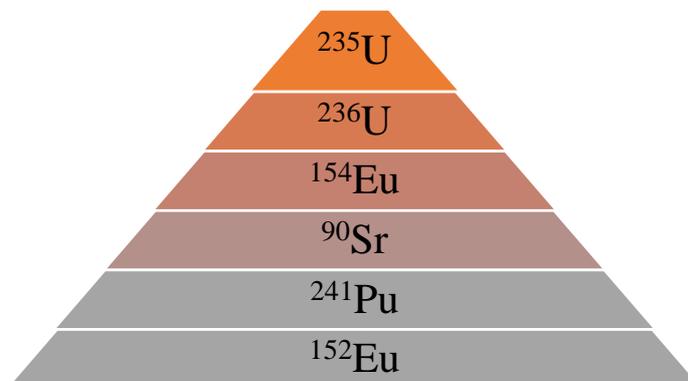
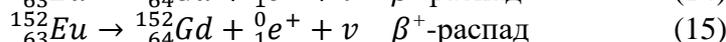
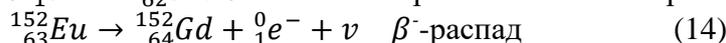
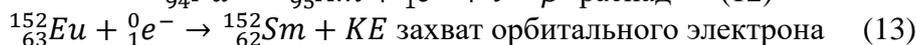
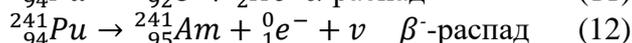
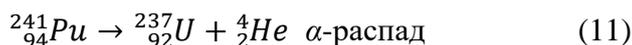


Рисунок 2 Схема расположения радионуклидов группы радиационной опасности Б, присутствующих в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека в порядке убывания

Группа радиационной опасности В

В группу радиационной опасности В (минимально значимая активность $3,7 \cdot 10^5$ Бк) входят следующие радионуклиды:

${}^{134}\text{Cs}$, ${}^{36}\text{Cl}$, ${}^{152m}\text{Eu}$, ${}^{59}\text{Ni}$, ${}^{134m}\text{Cs}$. Из приведенных диаграмм, построенных на основании данных [10], [11], [12], следует, что наиболее опасный радионуклид по периоду полураспада ${}^{36}\text{Cl}$ – 301000 лет, на втором месте – ${}^{59}\text{Ni}$ – 75000 лет, на третьем месте – ${}^{134}\text{Cs}$ – 2,06 года, на четвертом месте – ${}^{152m}\text{Eu}$ – 0,00108 года (метастабильное состояние радионуклида), менее опасным является ${}^{152m}\text{Eu}$ – 0,00034 лет (метастабильное состояние радионуклида). По средней энергии β -излучения, конверсионных электронов и электронов Оже выделяется ${}^{152m}\text{Eu}$ – 0,505 МэВ/Бк • с, на втором месте – ${}^{36}\text{Cl}$ – 0,274 МэВ/Бк • с, на третьем месте – 0,183 МэВ/Бк • с, на четвертом месте – ${}^{134m}\text{Cs}$ – 0,111 МэВ/Бк • с, менее опасным является ${}^{59}\text{Ni}$ – 0,00455 МэВ/Бк • с.

По средней энергии характеристического, γ - и аннигиляционного излучения

выше всего у ${}^{134}\text{Cs}$ – 1,55 МэВ/Бк • с, на втором месте – ${}^{152m}\text{Eu}$ – 0,292 МэВ/Бк • с, на третьем месте – ${}^{134m}\text{Cs}$ – 0,0267 МэВ/Бк • с, на четвертом месте – ${}^{59}\text{Ni}$ – 0,0241 МэВ/Бк • с, ниже показатель – у ${}^{236}\text{U}$ – 0,00155 МэВ/Бк • с, по допустимому содержанию радионуклида в критическом органе наиболее опасный ${}^{134}\text{Cs}$ – 56000 Бк, на втором месте – ${}^{36}\text{Cl}$ – 120000 Бк, наименее опасный радионуклид ${}^{152}\text{Eu}$ – 4100000 Бк.

По допустимой концентрации радионуклида в критическом органе наиболее опасный – ${}^{134}\text{Cs}$ – 0,48 Бк/л, на втором месте – ${}^{36}\text{Cl}$ – 0,9 Бк/л, на третьем месте – ${}^{152m}\text{Eu}$ – 12 Бк/л, на четвертом месте – ${}^{59}\text{Ni}$ – 17,8 Бк/л, наименее опасный ${}^{134m}\text{Cs}$ – 560000000 Бк/л. По предельно допустимому поступлению радионуклида в организм через органы дыхания выше всего показатель у ${}^{134m}\text{Cs}$ – 220 Бк/год, на втором месте – ${}^{134}\text{Cs}$ – 1180000 Бк/год, на третьем месте – ${}^{152m}\text{Eu}$, ниже всего показатель у

^{59}Ni – 44000000 Бк/год. По пределу годового поступления радионуклида в организм наиболее опасными являются ^{134}Cs – 118000 Бк/год, на втором месте – $^{152\text{m}}\text{Eu}$ – 1900000 Бк/год, на третьем месте – ^{59}Ni – 4400000 Бк/год, на четвертом месте – ^{36}Cl – 9000000 Бк/год, менее опасным является $^{134\text{m}}\text{Cs}$ – 56000000 Бк/год. По допустимой концентрации радионуклида в атмосферном воздухе или воде выше показатель у ^{134}Cs – 0,000163 Бк/л, на втором месте – $^{152\text{m}}\text{Eu}$ – 0,041 Бк/л, на третьем месте – ^{59}Ni – 0,6 Бк/л, на четвертом месте – $^{134\text{m}}\text{Cs}$ – 7,4 Бк/л, ниже показатель у ^{36}Cl – 290 Бк/л. По предельной концентрации радионуклида при 40-часовой рабочей неделе наиболее опасный ^{36}Cl – 4000 Бк/м³, на втором месте – ^{59}Ni – 30000 Бк/м³, на третьем месте – $^{152\text{m}}\text{Eu}$ – 100000 Бк/м³, наименее опасные ^{134}Cs и $^{134\text{m}}\text{Cs}$ – 2000000 Бк/м³.

Реакции распада радионуклидов группы радиационной опасности В, присутствующих в радиоактивном графите (16 – 25). Элементы имеют как α -распад с образованием другого радионуклида и выделением ^4_2He , так и электронный и позитронный распад с выделением $^0_1e^-$, $^0_1e^+$ соответственно, также присутствует захват орбитального электрона. У метастабильного состояния $^{134\text{m}}_{55}\text{Cs}$ может происходить изомерный переход с выделением γ кванта энергии.

Проведя анализ полученных диаграмм по совокупности основных свойств, можно составить схему расположения радионуклидов группы радиационной опасности В, присутствующих в радиоактивном графите по мере опасности для жизни и здоровья человека (рис. 3), где наиболее опасным является ^{134}Cs , на втором месте – ^{36}Cl , на третьем месте – $^{152\text{m}}\text{Eu}$, наименее опасные – ^{59}Ni и $^{134\text{m}}\text{Cs}$.

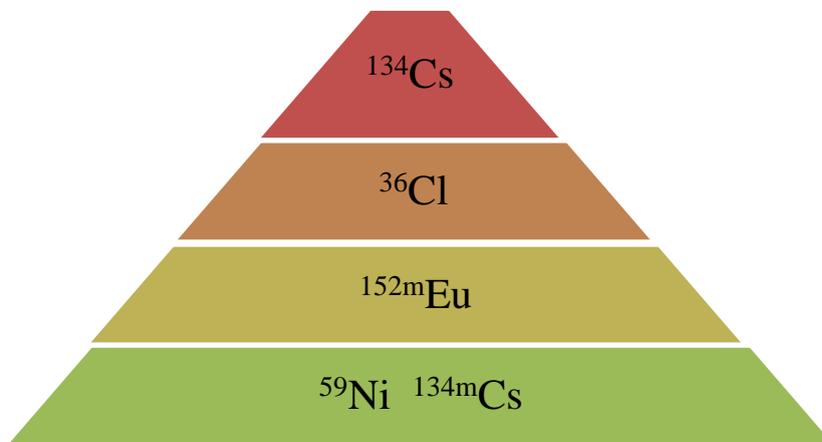
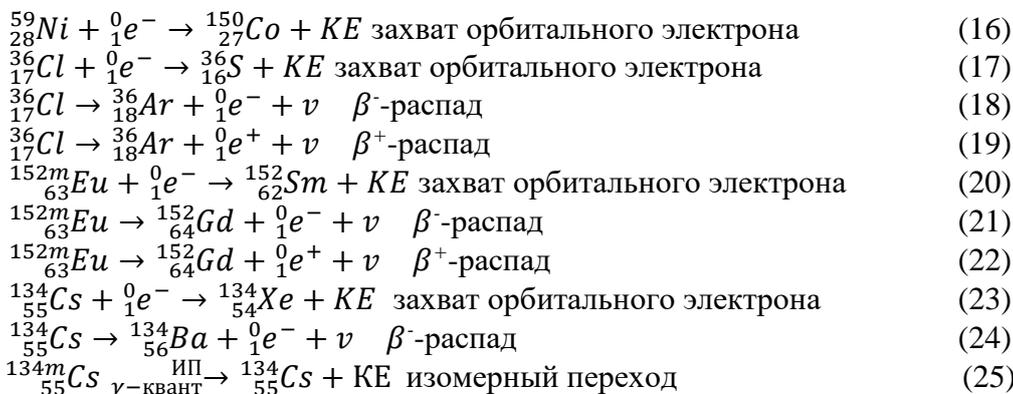


Рисунок 3 Схема расположения радионуклидов группы радиационной опасности В,

присутствующих в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека в порядке убывания

Группа радиационной опасности

Г

В группу радиационной опасности Г (минимально значимая активность $3,7 \cdot 10^6$ Бк) входят следующие радионуклиды: ^{14}C , ^{137}Cs , ^{238}U . Из приведенных диаграмм, построенных на основании данных [13], [14], [15], следует, что наиболее опасный радионуклид по периоду полураспада ^{238}U – 4468000000 лет, на втором месте – ^{14}C – 5730 лет, менее опасным является ^{137}Cs – 30 лет.

По средней энергии β -излучения, конверсионных электронов и электронов Оже выделяется ^{137}Cs – 0,187 МэВ/Бк • с, на втором месте – ^{14}C – 0,0495 МэВ/Бк • с, менее опасным является ^{238}U – 0,01 МэВ/Бк • с.

По средней энергии характеристического, γ - и аннигиляционного излучения выше всего у ^{238}U – 0,00136 МэВ/Бк • с, ниже – у ^{137}Cs – 0,000003 МэВ/Бк • с, по допустимому содержанию радионуклида в критическом органе на первом месте – ^{238}U – 90 Бк, на втором месте – ^{137}Cs – 13000 Бк, у радионуклида ^{14}C – 5900000 Бк.

По допустимой концентрации радионуклида в критическом органе наиболее опасный – ^{238}U – 0,000233 Бк/л, на втором месте – 130 Бк/л, наименее опасный ^{137}Cs – 560000000 Бк/л. По предельно допустимому поступлению радионуклида в организм через органы дыхания выше всего показатель у ^{238}U – 6000 Бк/год, ниже у ^{14}C –

320000000 Бк/год. По пределу годового поступления радионуклида в организм наиболее опасным является ^{241}Pu – 410 Бк/год, на втором месте – ^{137}Cs – 590000 Бк/год, менее опасный ^{152}Eu – 110000 Бк/год. По допустимой концентрации радионуклида в атмосферном воздухе или воде выше показатель у ^{238}U – 0,000081 Бк/л, на втором месте – ^{14}C – 4,4 Бк/л, ниже показатель у ^{137}Cs – 560 Бк/л. По предельной концентрации радионуклида при 40-часовой рабочей неделе наиболее опасный ^{137}Cs – 200 Бк/м³, на втором месте – ^{238}U – 200 Бк/м³, наименее опасный ^{14}C – 900000000 Бк/м³.

Реакции распада радионуклидов группы радиационной опасности Г, присутствующих в радиоактивном графите (26 – 29). Элементы имеют как α -распад с образованием другого радионуклида и выделением ^4_2He , так и электронный распад с выделением $^0_1e^-$. У $^{238}_{92}\text{U}$ может происходить спонтанное деление с образованием двух радионуклидов и выделением 1_0n

Проведя анализ полученных диаграмм по совокупности основных свойств, можно составить схему расположения радионуклидов группы радиационной опасности Г, присутствующих в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека (рис. 4), где наиболее опасным является ^{238}U , на втором месте – ^{137}Cs , наименее опасный – ^{14}C .

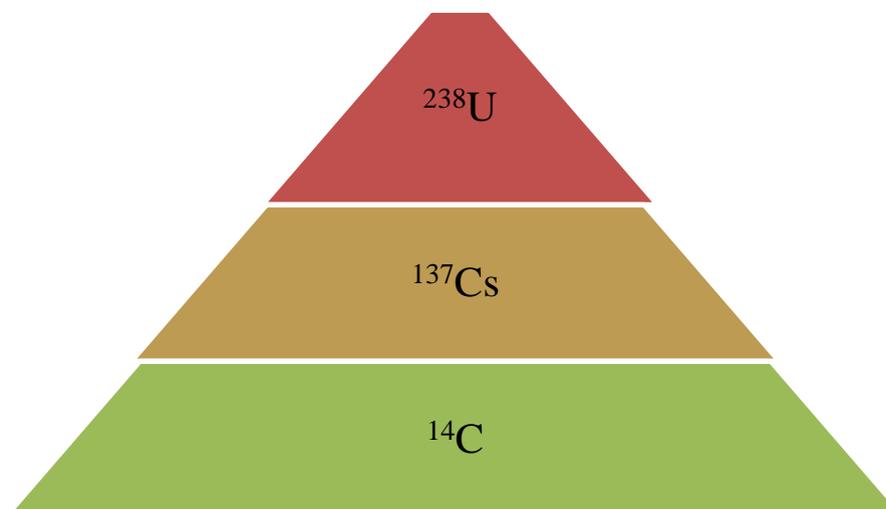
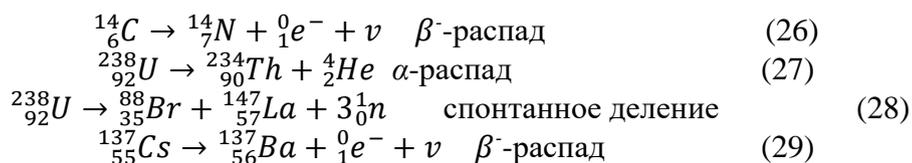


Рисунок 4. Схема расположения радионуклидов группы радиационной опасности В, присутствующих в радиоактивном графите, по мере опасности для жизни и здоровья человека в порядке убывания

Вывод

На основании проведенного системного анализа были выявлены наиболее опасные радиоактивные элементы для жизни и здоровья человека, присутствующие в радиоактивном графите, для каждой группы радиационной опасности в соответствии с [2]: для группы А – ${}^{239}\text{Pu}$ (он же и наиболее опасный радионуклид, присутствующий в радиоактивном графите), для группы Б –

${}^{235}\text{U}$, для группы В – ${}^{134}\text{Cs}$, группы Г – ${}^{238}\text{U}$, остальные радионуклиды групп радиационной опасности также были расставлены в градации от наиболее опасного элемента к менее опасному. В работе также приведены возможные реакции распада радионуклидов групп А-Г. Полученные данные будут использованы для дальнейших исследований в области радиационной безопасности.

Литература

1. Кобелев А. М. Комбинированный способ переработки реакторного графита в водяном паре и оксидно-солевых расплавах: дисс. ... канд. техн. наук. Екатеринбург, 2021 С. 34.
2. Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523–09: постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 № 47. – Приложение 4.
3. Баженов В. А. и др. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Л., 1990. С. 425–459.
4. Булдаков Л. А. и др. Проблемы токсикологии плутония. М., 1969. 368 с.
5. Хэнсон У. С. Трансурановые элементы в окружающей среде. М., 1985. 344 с.
6. The Metabolism of Plutonium a. Related Elements. Annals of the ICRP. Publ. 48, 1986. 237 p.
7. Москалев Ю. И. Проблемы радиобиологии америция-241. М., 1977. 168 с.
8. Гуськова В. Н. Уран. Радиационно-гигиеническая характеристика. М., 1972. С. 38–62.
9. Галибин Г. П., Новиков Ю. В. Токсикология промышленных соединений урана. М., 1976. С. 91–95.
10. Durbin P. R. Health Phys. 1962. Vol. 8, № 6. P. 665–671.
11. Булдаков Л. А., Москалев Ю. И. Проблемы распределения и экспериментальной оценки допустимых уровней ${}^{137}\text{Cs}$, ${}^{90}\text{Sr}$, ${}^{106}\text{Ru}$. М., 1968. С. 44–47.
12. Василенко И. Л. О радиоактивных элементах // Гигиена и санитария. 1989. № 7. С. 55–58.
13. Осипов В. А. Кинетика обмена и биологическое действие углерода-14: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Обнинск, 1984. С. 15.

14. Холина Ю. Б. Миграция в природной среде и биологическое действие ^{14}C // Итоги науки и техники. Радиационная биология. М., 1983. Т. 4. С. 32–42.
15. Тернов В. И. Распределение и биологическое действие радиоактивных изотопов. М., 1966. С. 266–270.

References

1. Kobelev A. M. Combined method of processing reactor graphite in water vapor and oxide-salt melts. Yekaterinburg, 2021. S. 34.
2. Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of July 7, 2009 No. 47. Radiation safety Standards NRB-99/2009 Sanitary rules and regulations SanPiN 2.6.1.2523-09. Annex 4.
3. Bazhenov V. A. et al. Harmful chemicals. Radioactive substances. L., 1990. Pp. 425–459.
4. Buldakov L. A. et al. Problems of plutonium toxicology. M., 1969. 368 p.
5. Hanson W. S. Transuranic elements in the environment. M., 1985. 344 p.
6. The Metabolism of Plutonium and Related Elements. Annals of the ICRP. Publ. 48, 1986. 237 p.
7. Moskalev Y. I. Problems of radiobiology americium-241. M., 1977. 168 p.
8. Guskova V. N. Uranium. Radiation-hygienic characteristics. M., 1972. P. 38–62.
9. Galibin G. P., Novikov Yu. V. Industrial Toxicology of uranium compounds. M., 1976. P. 91–95.
10. Durbin P. R. Health Phys. 1962. Vol. 8, No. 6. P. 665–671.
11. Buldakov L. A., Moskalev Y. I. Problems of distribution and the experimental evaluation of acceptable levels of ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{106}Ru . M., 1968. P. 44–47.
12. Vasilenko I. L. O radioaktivnykh elementax // Hygiene and sanitation. 1989. No. 7. Pp. 55–58.
13. Osipov V. A. Kinetics of exchange and biological effect of carbon-14A. Obninsk, 1984. P. 15.
14. Kholina Yu. B. Migration in the natural environment and biological action ^{14}C // Results of science and technology. Radiation biology. M., 1983. Vol. 4. Pp. 32–42.
15. Ternov V. I. Distribution and biological effect of radioactive isotopes. M., 1966. Pp. 266–270.

УДК 699.814

marina.gravit@mail.ru

**АНАЛИЗ КОНСОЛИДАЦИИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ С АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПОЗИЦИЕЙ
ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИСТОРИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ**

**ANALYSIS OF THE CONSOLIDATION OF THE FIRE SAFETY SYSTEM
WITH THE ARCHITECTURAL AND SPATIAL COMPOSITION IN THE
RECONSTRUCTION OF A HISTORIC BUILDING**

*Гравит М. В., кандидат технических наук, доцент, член-корреспондент НАНПБ,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург
Ценова А. С.,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург*

*Gravit M., Tsepova A.
Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University,
Saint Petersburg*

В основе системы противопожарной защиты в исторических зданиях используются уникальные технические решения. Рассмотрена проблема разногласия требований охранного обязательства и нормативных документов в области пожарной безопасности при приспособлении исторического здания под современное использование. Акцентировано внимание на отсутствие требований к обеспечению безопасности реконструируемых зданий-памятников. Приведены наиболее применяемые архитектурно-планировочные решения при реконструкции исторических зданий, повышающие архитектурно-инвестиционную привлекательность, но влияющие на эвакуацию людей. Перечислены мероприятия по снижению индивидуального пожарного риска и обеспечению пожарной безопасности исторического здания – объекта культурного наследия федерального значения «Дом страхового общества «Россия», приспособляемого под бизнес-центр. Рассмотренные в статье требования специальных технических условий данного объекта защиты могут послужить формированию раздела нормативного документа в области пожарной безопасности в отношении исторических объектов, адаптированных под современную эксплуатацию.

Ключевые слова: пожарная безопасность, историческое здание, специальные технические условия, приспособление, культурное наследие, противопожарные мероприятия.

The fire protection system in historical buildings is based on unique special technical solutions with a complex of fire protection measures. The article considers the problem of discrepancy between the requirements of the security obligation and the normative documents in the field of fire safety when adjusting a historical building for modern use. Emphasis is laid on the lack of requirements for security in the renovated buildings-monuments. The most applied architectural and planning solutions for the reconstruction of historical buildings which increase the architectural and investment attractiveness but have an impact on the evacuation of people are given. The measures to reduce the individual fire risk and to ensure fire safety of the historical building – the House of the Insurance Society "Russia", a cultural heritage object of federal importance, adapted as a business centre - are listed. The requirements of special technical specifications of this object of protection considered in the article

can serve to form a section of the normative document in the field of fire safety in relation to historical objects adapted for modern operation.

Keywords: fire safety, historical building, special technical conditions, adaptation, cultural heritage, fire protection measures.

Введение

Историческое здание – объект культурного наследия, национальный памятник (далее ОКН) – строение и прилегающая территория, а также находящиеся в нём подлинные произведения декоративно-прикладного искусства, материальные продукты деятельности и социальной культуры человека (в том числе археологическое наследие), созданные в период значимых исторических событий или свидетельствующие об историческом периоде, эпохе.

В связи с реализацией стратегии по сохранению культурного наследия [1] Санкт-Петербурга актуальным вопросом становится приспособление исторических зданий под современное использование.

В перечень работ по приспособлению обычно входит реставрация и реконструкция с целью замены аварийных, ограниченно-работоспособных конструктивных элементов и повышения привлекательности объекта; после реализации проектных решений современное функциональное назначение может отличаться от исторического.

Результатом приспособления является консолидация сохранения памятников национальной культуры с созданием комфортной и безопасной современной среды для граждан и гостей города, а соответственно, и инвестиций. Основной проблемой является противоречивость охранного обязательства (обременения) исторических зданий [2] требованиям нормативных документов в области пожарной безопасности [3–6], а также отсутствие требований к обеспечению безопасности реконструируемых зданий-памятников.

Обременение накладывается на собственников или арендаторов исторических зданий и представляет собой документ с перечнем режимов доступа к объекту, использования территории и эксплуатации, предметов охраны. В результате в здании остаются без изменений и охраняются комитетом по

государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (далее – КГИОП) следующие элементы:

- архитектурная композиция, объёмно-планировочная и конструктивная схема лицевого и дворовых флигелей, их габариты и конфигурация;
- арочные и воротной проезды;
- парадная лестница лицевого корпуса (ЛК1), лестница лицевого корпуса (ЛК2), лестница восточного продольного дворового корпуса (ЛК3) (количество ступеней, уклон и криволинейность маршей, тип и форма ступеней, ограждения и т. д.);
- исторические лифтовые шахты;
- архитектура и цветовой колер фасадов;
- конфигурация проемов и их заполнение;
- отделочные слои помещений (в том числе лепнина и обшивка ценными породами древесины);
- внутреннее историческое убранство (камины, радиаторы и декоративные решетки, предметы декоративно-прикладного искусства, сейфы, мебель, светильники, оконные и дверные ручки и т. д.).

Актуальность проблемы приспособления подтверждается отсутствием стандартов и регулятивных документов, учитывающих специфику объёмно-планировочных решений и устанавливающих единые требования к противопожарной защите ОКН, адаптированных под современную эксплуатацию в качестве бизнес-центра [9–16].

Реконструкция исторических зданий под современное использование во многих странах имеет общие черты, влияющие на эвакуацию людей: сложная планировка, создание крытых внутренних дворов в резуль-

тате покрытия стекло-прозрачными конструкциями кровли, увеличение полезной площади за счет надстройки или подземного строительства этажей, смена функциональ-

ного назначения. Например, при реконструкции в 2011 г. датской компанией С. Ф. Мøller выполнено крыло «Семми Офера» с подземными сооружениями [17;18] (рис. 1).

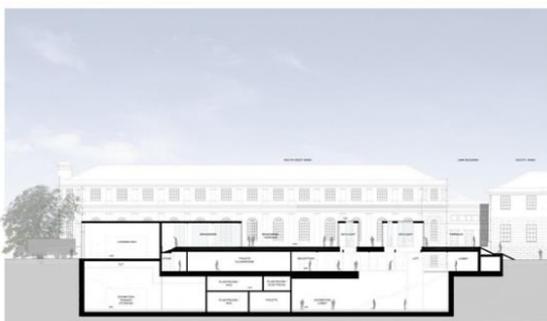


Рисунок 1. Продольный и поперечный разрез крыла «Семми Офера»

Памятник архитектуры «Старое здание патентного ведомства», построенный по проекту архитектора Роберта Миллса (затем Томаса У. Уолтера) в 1865 г., – в настоящее время Национальная галерея портретного

искусства (National Portrait Gallery) в Вашингтоне в 2007 г. по проекту Foster and Partners (США) приобрела светопрозрачную конструкцию, покрывающую внутренний двор [19;20] (рис. 2).



Рисунок 2. Вид светопрозрачной конструкции изнутри здания и общий вид Галереи

Тевтонский замок Меве в Гневе (The castle in Gniew (Mewe)) построен на берегу Вислы в 1330 г. Внутренний двор

замка покрыт четырехскатным куполом в результате реконструкции в 2010 г. [21] (рис. 3).



Рисунок 3. Вид изнутри здания на конструкции крыши и общий вид с высоты птичьего полета

Zollernhof – офисное здание в Берлине 1910–1911-х годов постройки по проекту архитекторов Курта Берндта и Бруно Поля. В 1911 г. был открыт ресторан на 1000 мест

Zollernhof, который был спроектирован и реализован архитектором Генри Гроссом [22–23] (рис. 4).



Рисунок 4. Макет здания в окружающей застройке. Вид изнутри здания на конструкции крыши. Фасад здания

В 1997–1999 гг. здание реставрировали и перестраивали под руководством берлинского архитектора Томаса Баумана по заказу телевизионной компании ZDF. Внутрен-

ний двор стал частью торгового пассажа, соединяющего бульвар Унтер-ден-Линден с Миттельштрассе позади него.

Луврский почтамт построен в 1878–1888 гг. архитектором Жюльеном Гаде как сочетание «отеля» и «завода» (рис. 5).

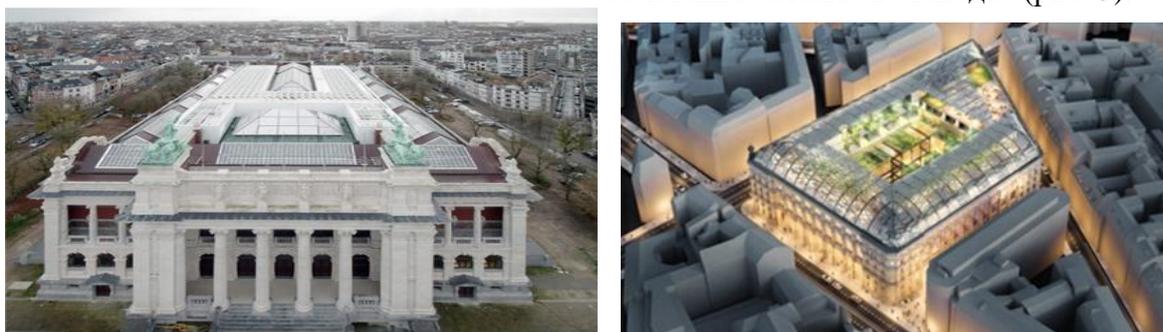


Рисунок 5. Общий вид Луврского почтамта с высоты птичьего полета. Макет здания в окружающей застройке

В 2021 г. завершилась реконструкция по проекту Доминика Перро (Dominique Perrot Architecture): почтовая функция сведена к минимуму, многоуровневая кровля объединяет здания.

Торгово-офисное здание компании A. Ahlström в Финляндии, спроектированное Вальтером Юнгом и построено в 1937 г. По проекту компании Helin & Co Architects введен каркас, новые конструкции которого

направлены на пять этажей вниз внутри стеновой конструкции старого здания до фундамента. Выполнено стекло-прозрачное покрытие образованного внутри здания колодца. Во внутреннем остекленном дворе располагается ресторан. Вход, вестибюль и фойе являются общими для посетителей ресторана и театра. В цокольном этаже расположена кухня ресторана [24].

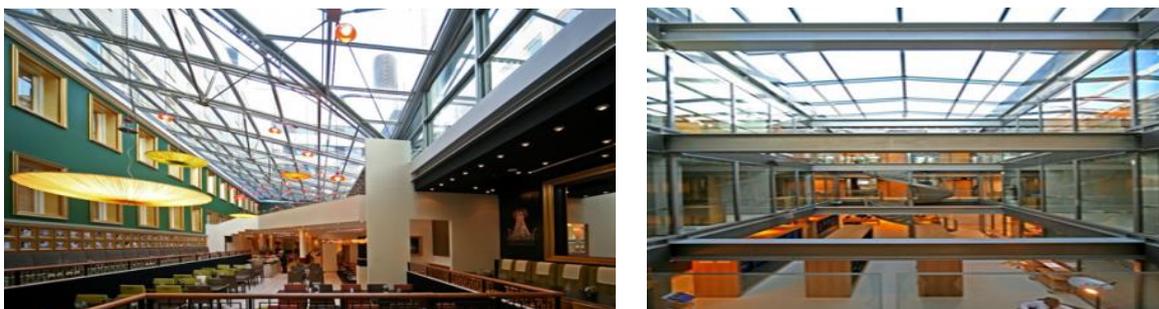


Рисунок 6. Вид изнутри здания на конструкции кровли

Атенеум — дом финского искусства, спроектированный архитектором Теодором Хейером и построенный в 1887 г. (рис. 7, 8). В 1980-х гг. внутренний дворик, который служил открытой выставочной площадкой, преобразован во внутреннее пространство, чтобы уменьшить загруженность существующих помещений для обслуживания посетителей. Большая часть площади отведена под

книжный магазин с использованием изогнутой стеклянной стены со стеклянными стеллажами, видимыми как изнутри, так и снаружи. Стеклянная крыша с уклоном три градуса держится на решетчатых фермах. Стеклопакеты устанавливались точечным креплением, с замазкой швов без штапиков. В 2000 г. по проекту финской студии Laiho Pulkkinen Raunio Architects завершена пристройка музея [25–26].



Рисунок 7. Вид изнутри здания на конструкции кровли и зал библиотеки



Рисунок 8. Разрез здания и зал библиотеки

Таким образом, для сохранения здания, кроме реставрации, необходима реконструкция, в рамках которой разрабатываются решения, направленные на сохранение исторической ценности, обеспечение безопасности, архитектурной и инвестиционной привлекательности.

Архитектурно-инвестиционная привлекательность объекта зависит от местоположения и окружающей инфраструктуры, его функционального назначения, технической возможности осуществления реконструкции и возрастает с увеличением полезной площади, архитектурной выразительности и комфортабельности.

Целью данной работы служит обзор комплекса противопожарных мероприятий, необходимых для реализации приспособления исторического здания «Дом страхового общества «Россия» в г. Санкт-Петербурге под бизнес-центр.

В результате исследования поставлены следующие задачи:

1. определить современные архитектурно-конструктивные решения проекта приспособления, повышающие привлекательность объекта, при этом оказывающие воздействие на пожарную безопасность людей.



Рисунок 9. Фасад лицевого корпуса здания в настоящее время

В 1800–1840-х гг. владельцем здания был купец Христиан Таль, а затем Яков Христианович Таль. В 1834–1836 гг. в доме жил голландский посол барон Л. Б. Геккерн. Далее хозяином участка в 1850-х гг. стал дворянин К. К. Фелейзен. В 1890 г. здание занимало страховое общество «Россия». В этот период восточный и торцевой флигели стали трехэтажными по проекту архитектора В. Иогансена.

2. определить основные мероприятия по пожарной безопасности, направленные на снижение индивидуального пожарного риска в приспособляемом ОКН

Материалы и методы

Историческое здание «Дом страхового общества «Россия» располагается в границах лицевого корпуса Большой Морской улицы г. Санкт-Петербурга (рис. 9), продольных дворовых корпусов и поперечного флигеля. В плане представляет собой два дворовых пространства, сообщающихся друг с другом через арки (первый внутренний двор и второй внутренний двор), с въездом в первый двор через воротный проезд лицевого корпуса со стороны Большой Морской улицы. Размеры в плане в осях – 40×64,1 м.



В 1898 г. по проекту Л. Н. Бенуа при участии З. Я. Леви все флигели приобретают высоту в 4-5 этажей, перестраиваются лестничные клетки и вносятся изменения объемно-пространственной композиции. В таком виде здание сохранилось до нашего времени.

В советское время в здании размещались различные учреждения, в том числе АО «Радиопередача». Современная планируемая концепция здания показана на рис. 10.

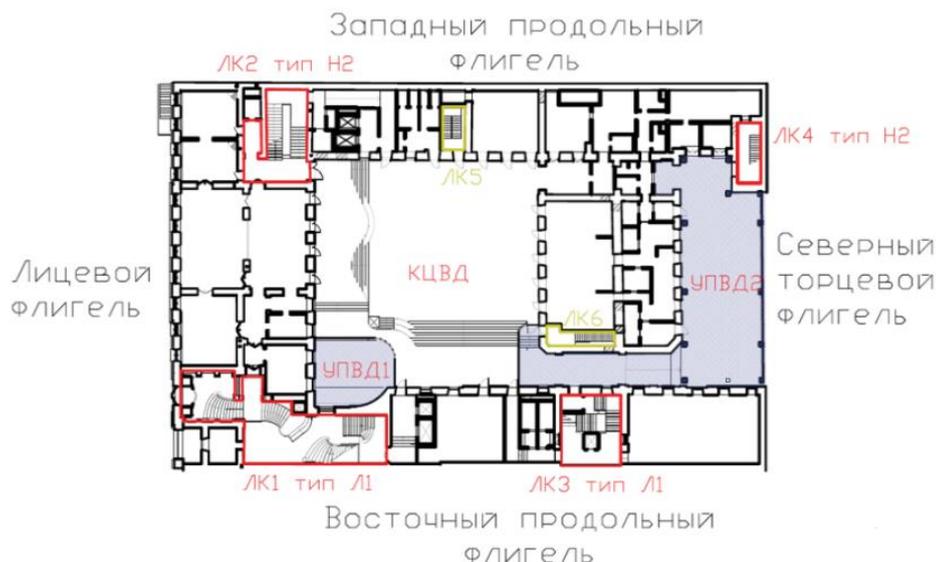


Рисунок 10. План первого этажа здания после реконструкции

Анализ проектной документации здания «Дом страхового общества «Россия» позволяет выявить основные решения для повышения привлекательности объекта, влияющие на эвакуацию людей, а также мероприятия по компенсации воздействия.

В табл. 1 представлен рост привлекательности объекта (РП) в зависимости от архитектурно-конструктивного решения в отношении к общей привлекательности объекта (100 %).

Таблица 1
Проектные архитектурно-конструктивные планировочные решения для повышения привлекательности объекта и их функциональное назначение

№	Проектные архитектурно-конструктивные решения для повышения привлекательности объекта и их функции	РП, %
1	Крытый центральный внутренний двор (КЦВД) – многосветное пространство, образованное в результате перекрытия первого двора светопрозрачной кровлей, через объем которого осуществляется эвакуация с выходом во внутреннее уличное пространство. Покрытие представляет собой вогнутую светопрозрачную конструкцию, напоминающую воронку – уникальное архитектурное решение, формирующее облик. Увеличение полезной площади	14
2	Подземная встроенная автостоянка (30 машиномест) под первым и вторым внутренними дворами, поперечным флигелем с организацией технических помещений под частью продольных дворовых корпусов. Возможность проезда к объекту недвижимости повышает ее доступность. Особенно актуально при нахождении объекта в центре города	14
3	Устройство мансардного этажа с большой площадью остекления для панорамного вида. Увеличение полезной площади	12
4	Устройство дополнительных перекрытий во втором внутреннем дворе со 2-го по 4-й этажи с организацией эксплуатируемой кровли. Увеличение полезной площади	11
5	Архитектурно-планировочные решения. Обеспечение наиболее комфортных и безопасных условий	11

6	Устройство лифтовых шахт в продольных флигелях. Обеспечение наиболее комфортных и безопасных условий	11
7	Устройство современных противопожарных систем и контроль доступа. Формирование людских потоков и контроль деятельности	10
8	Уличное пространство внутренних дворов – части территории первого и второго внутренних дворов, соединенные между собой и с улицей Большая Морская через арочный проезд в лицевом флигеле. Оставляет доступ на улицу в пределах объекта	9
9	Увеличение высоты цокольного этажа во флигелях путем углубления. Выполнение нормативной высоты этажа. Увеличение полезной площади	8

В результате реновации объект функционально состоит из двух блоков (рис. 11):

- офисные и служебные помещения (бизнес-центр, пожарный отсек ПО1);
- автостоянка (встроенная подземная автостоянка, пожарный отсек ПО2).

Здание соответствует классу функциональной пожарной опасности Ф 4.3. Площадь застройки – не более 2550 м². Здание с трех сторон граничит с существующими зданиями противопожарными стенами. Высота

здания по СП 1.13130.2020 не более 25 м. За отметку 0.000 принят уровень площадки ЛК1 первого этажа лицевого корпуса. Уровень пола КЦВД переменный, ввиду устройства новых выходов из флигелей, первые этажи которых расположены на разных высотных уровнях – перепад отметок пола составляет не более 1,7 м при устройстве на перепадах ступеней и пандусов.



Рисунок 11. Пожарные отсеки здания с их визуализацией в проектной модели. ПО1 (зеленый цвет) с площадью пожарного отсека – 2000 м², V – 5980 м³; ПО2 (фиолетовый цвет) (подземная автостоянка) с площадью пожарного отсека – 990 м², V – 3070 м³, путь эвакуации (красный цвет)

Функциональная пожарная опасность помещений в здании бизнес-центра: Ф 3.2 – кафе (для работников бизнес-центра); Ф 4.3 – офисные и служебные помещения; Ф 5.1 – технические помещения; Ф 5.2 – встроенная подземная автостоянка и кладовые помещения.

Расположение помещений на этажах:

- подвальный этаж – встроенная подземная автостоянка, технические помещения (в том числе помещение насосной автоматической установки пожаротушения);

- цокольный этаж – технические помещения (в том числе помещение насосной пожаротушения), вестибюль, гардероб;

- 1-й этаж – КЦВД, кафе для работников и гостей бизнес-центра (не в лицевом флигеле); офисные и служебные помещения;

- 2 – 4-й, 6-й этаж – офисные и служебные помещения, комната приема пищи;

- 5-й этаж – технические и кладовые помещения для обеспечения функционирования здания, комнаты отдыха.

Офисные и служебные помещения в основном имеют свободную планировку

типа OpenSpace. Объект защиты расположен от ближайшей пожарной части на расстоянии, обеспечивающем время прибытия пожарных подразделений в течение 10 минут.

Методом моделирования в ПК FireCat подтверждается возможность применения новых и существующих объемно-планировочных решений в сочетании с инженерными системами противопожарной защиты

путем расчета времени эвакуации и пожарного риска в соответствии с Методикой [8].

Результаты и обсуждение

В результате моделирования опасных факторов пожара (далее – ОФП) и времени эвакуации в ПК Fire Cat, в помещениях гардероба в цокольном этаже и кабинета на втором этаже выявлены критические ОФП реализующиеся по дальности видимости (рис. 12).

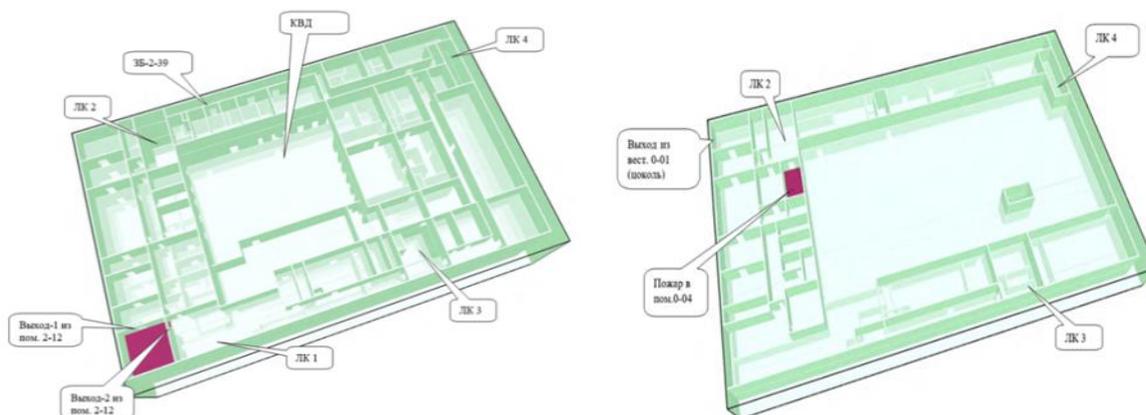


Рисунок 12. Расчетная модель пожара ПК Pyrosim

При этом при блокировании ОФП одной из лестничных клеток, находящихся в непосредственном контакте с помещениями (ЛК1 и ЛК3), (рис.13), эвакуационный путь

может увеличиваться вдвое ввиду вынужденного перемещения через крытый внутренний двор. Поэтому лестницы ЛК2 с перепроектировали в Н2.

Таблица 2
Лестничные клетки с возможностью эвакуации

Лестница	Тип	Ширина, м	Эвакуация с этажей	Выход с лестницы
ЛК4	Н2	1,10	этажи 1–6	С первого этажа непосредственно на улицу (в правый внутренний двор)
ЛК2	Н2	1,20	этажи: цокольный, 1–4, 6	С первого этажа через атриум на улицу
ЛК3	Л1	0,90	этажи 1–6	С первого этажа через тамбур (пом. 1–18) на улицу (в правый внутренний двор)
ЛК1	Л1	1,80	этажи 1–4	Выход непосредственно на улицу

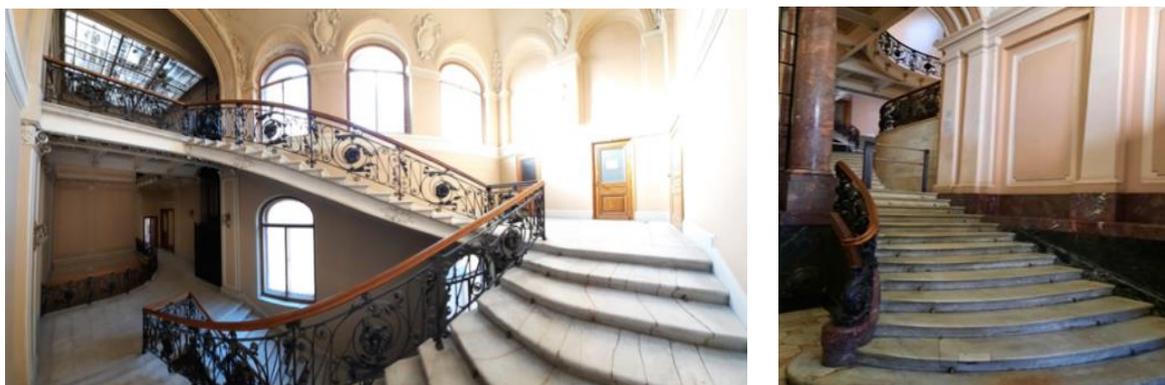


Рисунок 13. Лестничные клетки здания

В итоге выполненного моделирования и расчета установили, что пожарный риск не превышает допустимых значений в соответствии со ст. 93 [4].

Одна из задач пожарной безопасности – обеспечение безопасной эвакуации на протяжении всего пути и до окончания времени эвакуации, в том числе за счет объемно-пла-

нировочных решений (далее–ОПР) без дополнительных мероприятий, но в исторических зданиях ОПР уже сформирована и не может подвергаться изменениям. В связи с этим, противопожарная защита уникальных зданий основывается на мероприятиях по снижению индивидуального пожарного риска, что в свою очередь заключается в системе противопожарной защиты (рис. 14)

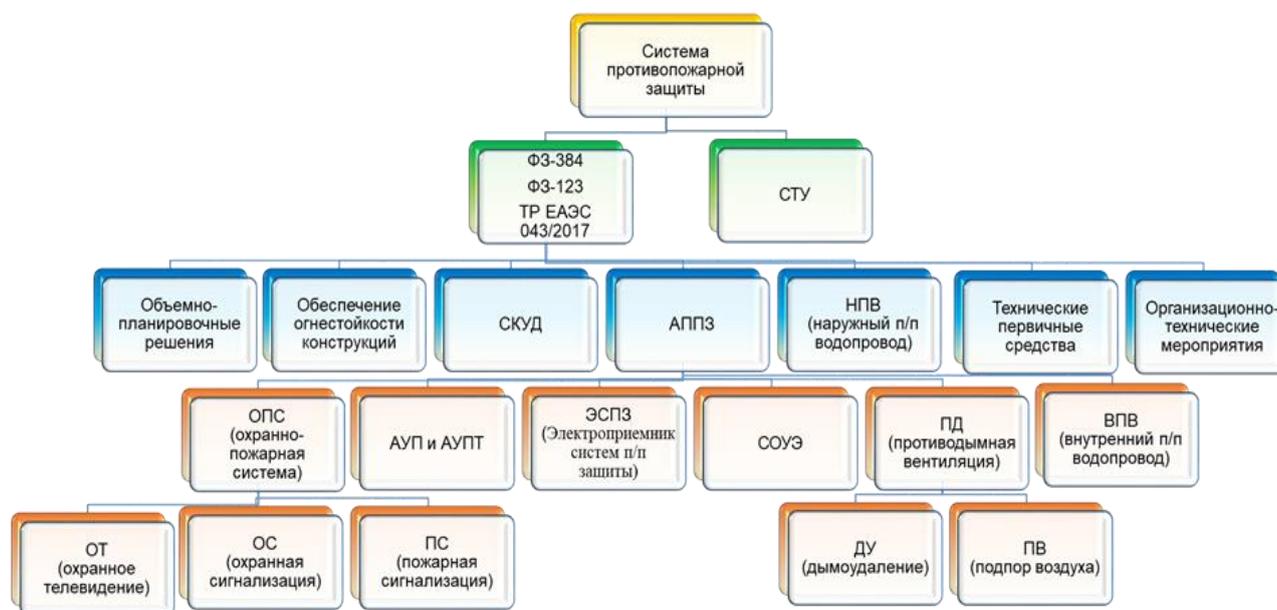


Рисунок 14. Система противопожарной защиты, где: АППЗ – автоматическая противопожарная защита; СКУД – система контроля управлением доступа на объект; ОПС – охранно-пожарные системы (ОТ – охранное телевидение, ОС – охранная сигнализация, ПС – пожарная сигнализация); СОУЭ – система оповещения управления эвакуацией; ПД – приточно-вытяжная противодымная вентиляция (ДУ – дымоудаление, ПВ – подпор воздуха); ВПВ – внутренний противопожарный водопровод; НПВ – наружный противопожарный водопровод)

По причине полного или частичного отсутствия соответствий ОКН [3–6], возникает необходимость разработки специальных технических условий (далее СТУ) в соответствии со ст. № 78 [3]. При этом СТУ разрабатываются индивидуально для каждого объекта культурного значения и не могут быть применены в других ОКН, так как здания обладают уникальными объемно-планировочными схемами и сочетаниями помещений различных функциональных назначений. И в дополнении к Методике [8] учитывают применение наружного и внутреннего пожарного водопровода, системы СКУД (в том числе в качестве составляющей комплектования контингента и количества людей в помещениях с разрешенным для них доступом), системы охранного телевидения,

сложность восприятия людьми разветвленной планировки этажей исторического здания в экстренных ситуациях (табл. 3).

Обзор мероприятий, направленных на снижение индивидуального пожарного риска в приспособленном историческом здании под нужды бизнес-центра, представлен в табл. 3, где приняты следующие сокращения: расчет ИПР – проведение расчета индивидуального пожарного риска; ОПР – объемно-планировочные решения; ОК – огнестойкость конструкций; ОТМ – организационно-технические мероприятия; ТПС – технические первичные средства; КПМ – комплекс противопожарных мероприятий; ОПС – охранно-пожарная система, ЭСПЗ – электроприемники систем противопожарной защиты.

Таблица 3

Мероприятия по снижению индивидуального пожарного риска

№	Особенность объемно-планировочной схемы исторического здания	Тип ППЗ	Меры, направленные на снижение индивидуального риска
1	Основные и общие требования к зданию		
1	Здание с повышенной сложностью архитектурно-планировочных решений трудных для восприятия человеком, особенно для лиц, впервые оказавшихся в нем. Все помещения. Флигели сообщаются между собой с помощью дубовых остекленных дверей, охраняемых КГИОП. Невозможно выполнить деление флигелей на горизонтальные пожарные отсеки в пределах этажа нормативной площади. Выходы из ряда помещений и этажей на исторические лестничные	ПР	Не предусматривать на объекте размещение взрывопожарных и пожароопасных помещений категории А, Б, В1
1.1.1		ОПР	Пропускная способность эвакуационных путей и выходов, максимальные расстояния от самой удаленной точки помещения до площадок лестничных клеток, габариты
1.1.2 – 1.1.4		ОК	Степень огнестойкости не ниже II. Класс конструктивной пожарной опасности С1. Класс пожарной опасности конструкций К0 для противопожарных преград, несущих конструкций, стен, маршей и площадок лестничных клеток. Стен и перегородок, наружных стен с внешней стороны
1.1.5		АУП и АУП Т	Автоматическая установка водяного спринклерного пожаротушения для ПО1 и ПО2 по II группе помещений с применением АУПТ-ТРВ с параметрами установки: интенсивность орошения – не менее 0,06 л/(с·м ²); площадь для расчета расхода воды – 180 м ² ; продолжительность работы – не менее 30 мин. Использование огнетушащих средств в зависимости от оборудования

1.1.6	клетки не оборудованы дверями с приспособлением для самозакрывания и с уплотнением в притворах. Увеличение длины путей эвакуации и численности людей путем надстройки этажа	ПС	Объект (все помещения) оборудуется автоматической пожарной сигнализацией адресного типа	
1.1.7		ОПС	Предусмотрена система ОПС	
1.1.8		СДУ	Предусмотрена система СДУ	
1.1.9		ВПВ	Предусмотрена система ВПВ	
1.1.10		СОУЭ	Обеспечение СОУЭ. Тип 4	
1.1.11		СКУД	Предусмотрена система СКУД	
1.1.12		НПВ	Перекрытия и стены I типа REI 150 с расходом не менее 35 л/с от пожарных гидрантов на кольцевой водопроводной сети на Большой Морской улице	
1.1.13		ЭСПЗ	Противопожарные системы и устройства, обеспечивающие пожарную безопасность здания, обеспечены по I категории надежности	
1.1.14		ОПР	Разделение на пожарные отсеки противопожарными преградами I типа с REI 150: ПО1 (Ф4.3) – бизнес-центр с площадью пожарного отсека не более 2400 м ² , объем не более 60000 м ³ . Площадь пожарного отсека определяется с учетом площади КВЦД, без суммирования площадей вышележащих этажей здания. Предел огнестойкости стен, выходящих в объем атриума КВЦД, не менее REI 90; ПО2 (Ф5.2) – встроенная подземная автостоянка с площадью пожарного отсека не более 1000 м ² , объем не более 4300 м ³	
1.2.		Деревянные перекрытия в лицевом корпусе	ОК	Покрытие огнезащитным составом несущих конструкций перекрытий
1.3		Здание примыкает к соседним зданиям без пожарных разрывов	КПМ	Применение комплекса противопожарных мероприятий, в результате чего пожар не распространяется за пределы здания
2		Дополнительные требования в соответствии с его статусом (здесь и далее по таблице). Генплан		
2.1		Подъезд пожарных автомобилей возможен только с одной стороны (с ул. Большая Морская)	ОПР	Подъезд пожарных автомобилей предусмотреть к зданию со стороны лицевого корпуса, расположенного на Большой Морской улице

2.2	Ограничен доступ пожарных подразделений к помещениям флигелей внутреннего двора (арочный воротной проезд и внутренние арки флигелей имеют ненормативные размеры для проезда пожарной спецтехники)	ОПР	Обеспечение ширины не менее 3,5 м (на отдельных участках не менее 3,1 м), высотой не менее 2,0 м, уличного пространства внутренних дворов, в которое осуществляется эвакуация из здания
2.2.1		ОПР	Конструкция дорожного покрытия должна быть рассчитана на нагрузку от пожарных автомобилей
2.2.2		ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения с установкой в воротном проезде
3 3.1	Лифт. Отсутствие неисторического вертикального транспорта	ОК	Дополнительно устраиваются шахты лифтов транспортировки пожарных подразделений не менее REI 150 с зоной безопасности для МГН
4 4.1	Подземная автостоянка	ОПР	Площади технических помещений не более 200 м ²
4.1.1	Наличие общих эвакуационных путей и выходов из подземных технических этажей общественной части здания и встроенной подземной автостоянки (включая участки прохода через помещения хранения автомобилей)	ОК	Применение во встроенной подземной автостоянке материалов группы НГ
4.1.2 – 4.1.5		ОТМ	Обеспечение отсутствия постоянных рабочих мест в технических этажах общественной части здания. В автостоянке должны быть только постоянно закрепленные парковочные места. Транспортирование автомобилей в парковочные места осуществляется работниками автостоянки без участия владельцев транспортных средств. При поступлении сигнала о пожаре исключается проведение маневров транспортных средств
4.1.6		ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения
4.2		Предусматривается аварийный выход с этажа автостоянки по лестничной клетке через объем КЦВД	ОПР
4.2.1		ОПР	Предусматривается в уровне этажа автостоянки перед лестничной клеткой устройство тамбур-шлюза 1-го типа
4.2.2		ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения
4.3	Выход из помещения насосной АУП осуществляется через рампу встроенной	ОК	Отсечка места хранения автомобилей от рампы противопожарной стеной 1-го типа не менее REI 150 и заполнения проемов противопожарными воротами 1-го типа

4.3.1	подземной автостоянки (без устройства тротуара)	ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения
5	Цоколь	ОПР	Вестибюль, расположенный в цокольном этаже, выполнить в ограждающих конструкциях равнозначных пределу огнестойкости внутренних стен лестничной клетки.
5.1	Через вестибюль, расположенный в цокольном этаже, выполняется эвакуация (без устройства тамбура перед лестничной клеткой)	ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения
6	Лестничные клетки	Расчет ИПР	Расчет индивидуального пожарного риска
6.1	Лестничные клетки криволинейные в плане и имеющие разную высоту подступенка, ширину проступи в пределах одного марша служат путями эвакуации	ОК	Горизонтальные и наклонные участки эвакуационных лестничных клеток выполняются в ограждающих конструкциях не менее REI 90
6.1.1		ОК	Горизонтальные и наклонные участки эвакуационных лестничных клеток выполняются в ограждающих конструкциях не менее REI 90
6.2		ОК	Дверные проемы внутренних стен лестничных клеток защищаются обычными (историческими) дверями (за исключением дверей, выходящих в атриум)
6.2.1	Отсутствует естественное освещение в лестничных клетках	СДУ	Организовывается подпор воздуха в лестничные клетки при пожаре, обеспечение соответствия лестничной клетки типу Н2
6.2.2		СОУ Э	Обеспечение лестничных клеток без естественного освещения на каждом этаже аварийным освещением с временем работы не менее трех часов.
7		ОПР	Планирование помещений на высоте не более 18 м
7.1	Технические помещения	ОПР	Планирование помещений на высоте не более 18 м
7.1.1		ОПР	Площадь одного помещения не более 12 м ²
7.1.2	Отсутствие второго эвакуационного выхода с этажа для технических помещений	ОПР	Эвакуационный выход из помещений в незадымляемую лестничную клетку с подпором воздуха в лестничную клетку при пожаре типа Н2
7.1.3		ОТМ	Обеспечивается отсутствие постоянных рабочих мест в помещениях

8 8.1	Историческое помещение лицевого флигеля	ОПР	Эвакуационный выход из помещений в незадымляемую лестничную клетку с подпором воздуха в лестничную клетку при пожаре типа Н2
8.1.1	Невозможно устройство 2-го эвакуационного выхода с этажа	ОТМ	Численность людей в помещении: не более 3 человек
8.1.2	для исторического помещения лицевого корпуса на 2-м этаже	ТПС	Обеспечение наличия СИЗОД. Количество СИЗОД: 1 шт. на 1 человека, 2 шт. в резерве
9 9.1	Офисные помещения	ОПР	Площадь помещения не более 150 м ²
9.1.1		ОПР	Эвакуационные выходы в одном из вариантов: 1) эвакуационный выход в лестничную клетку с подпором воздуха типа Н2; 2) эвакуационный выход в обычную лестничную клетку и дополнительный эвакуационный выход в безопасную зону (при этом площадь безопасной зоны принять из расчета 2 м ² на человека); 3) эвакуационный выход в обычную лестничную клетку и аварийный выход на кровлю
9.1.2		ОК	Ограничить помещения противопожарными перегородками 1-го типа не менее EI 60 с защитой проемов противопожарными дверями 1-го типа с минимальным удельным сопротивлением дымогазопроницанию не менее 1,96·10 ⁵ м ³ /кг не менее EIS 60, фактическое сопротивление дымогазопроницанию противопожарных дверей определяется по ГОСТ Р 53303
9.1.3		ОТМ	Численность людей в помещении: не более 15 человек
9.1.4		ТПС	Обеспечение наличия СИЗОД. Количество СИЗОД принять 1 шт. на 1 человека, 2 шт. в резерве
10 10.1 10.1.1	Пути эвакуации (коридоры, холлы). Пути эвакуации (общие коридоры, холлы) выделить стенами или перегородками от пола до перекрытия или покрытия	ОК ОТ	Ограждаются стенами или перегородками высотой от пола до перекрытия или покрытия класса К0 с пределом не менее EI 45 Предусматривается система видеонаблюдения
11 11.1	Крытый центральный внутренний двор	ОПР	Ограничение максимальной высоты атриума КЦВД до 25 м
11.1.1 – 11.1.5		ОК	Ограничение удельной пожарной нагрузки в объеме КЦВД до 180 МДж/м ² . Несущие конструкции КЦВД

	Осуществление эвакуации через объем крытого центрального внутреннего двора		выполняются не менее R 15, в том числе выполненные из незащищенного металла. Наружное несущее ограждение внутреннего двора – не менее E/EIW 15. Покрытия полов в КЦВД – НГ. Декоративно-отделочные материалы стен и перегородок КЦВД – НГ. В дверных проемах внутренних стен, выходящих в объем КЦВД – противопожарные двери 2-го типа, не менее EI 30
11.1.6 11.1.7		АУП и АУП Т	Дополнительный спринклер в оконных проемах помещений, обращенных в пространство КЦВД. Спринклерные оросители на расстоянии не более 0,5 м от плоскости остекления (с учетом карты орошения). АУП водяного пожаротушения в объеме КЦВД высотой более 20 м, допускается применение спринклерных оросителей с принудительным пуском
11.1.8		ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения
11.1.9		СДУ	Предусмотреть из пространства атриума КЦВД вытяжную противодымную вентиляцию с естественным побуждением (через фонарь покрытия атриума КВД) или с механическим побуждением
11.1.10 – 11.1.11		ТПС	Сотрудники помещений, ориентированных в объем КЦВД, должны быть обеспечены СИЗОД (1 шт. на 1 человека, 2 шт. в резерве). Предусматриваются не менее двух передвижных установок пожаротушения (огнетушителей) объемом не менее 40 л (для класса А и В)
12. 12.1	Уличное пространство внутренних дворов (УПВД)	ОПР	УПВД предусмотреть шириной не менее 3,5 м, высотой не менее 2,0 м
12.1.1 – 12.1.2	В уличное пространство внутренних дворов осуществляется эвакуация из здания через КЦВД	ОК	УПВД ограничивается конструкциями (стенами в уровне цокольного и первого этажей на высоту не менее 2,5 м и перекрытиями, за исключением КЦВД) с пределом огнестойкости не менее REI 90. Заполнение проемов этих конструкций выполнить в одном из вариантов или сочетании вариантов. Противопожарные двери не менее EI(EIW) 30 и противопожарные окна не менее E30 с защитой шторой с пределом огнестойкости не менее EI30 (автоматически закрывающейся при поступлении сигнала о пожаре)
12.1.3		ОТ	Предусматривается система видеонаблюдения

12.1.4		ТПС	Передвижные установки пожаротушения (огнетушителей) объемом не менее 40 л, обеспечивающих тушение пожаров класса А и В в атриум
13 13.1	Мансарда и терраса Надстройка мансардного этажа	ОК	Верхние 5-й и 6-й мансардные этажи отделяются от нижних этажей противопожарным перекрытием 2-го типа с не менее REI 90
13.2	Устройство плоской эксплуатируемой кровли-террасы	ОК	Конструкция покрытия открытой террасы (в том числе светопрозрачная) выполняется не менее REI 45 и К0
14 14.1	Организационно-технические мероприятия Здание с повышенной сложностью архитектурно-планировочных решений трудных для восприятия человеком, особенно для лиц, впервые оказавшихся в нем	ОТМ	ОТМ – в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации «О противопожарном режиме» с учетом особенностей объекта
14.1.1		ОТМ	План эвакуации по ГОСТ Р 12.2.143–2009
14.1.2		ОТМ	Содержание объекта и работоспособность систем в соответствии с проектной и технической документацией
14.1.3		ОТМ	Противопожарный режим и ответственные лица за эксплуатацию и техническое обслуживание СИЗОД и передвижных установок пожаротушения (огнетушителей)
14.1.4		ОТМ	Инструкция о мерах пожарной безопасности, содержащая сведения необходимые для обеспечения пожарной безопасности в процессе эксплуатации здания
14.1.5		ОТМ	Оперативный план тушения пожара

В результате получено 77 позиций в дополнение к требованиям [3–6], что подтверждает отсутствие гарантий обеспечения пожарной безопасности людей современными нормативными документами [3–6] при приспособлении здания-памятника под бизнес-центр, увеличение временных и материальных затрат на разработку дополнитель-

ных решений по безопасности в СТУ, повышение ответственности лица-разработчика, так как отсутствует экспериментальная база и опыт практического применения.

Далее на диаграмме представлены рассмотренные выше мероприятия в процентном соотношении (рис.15).

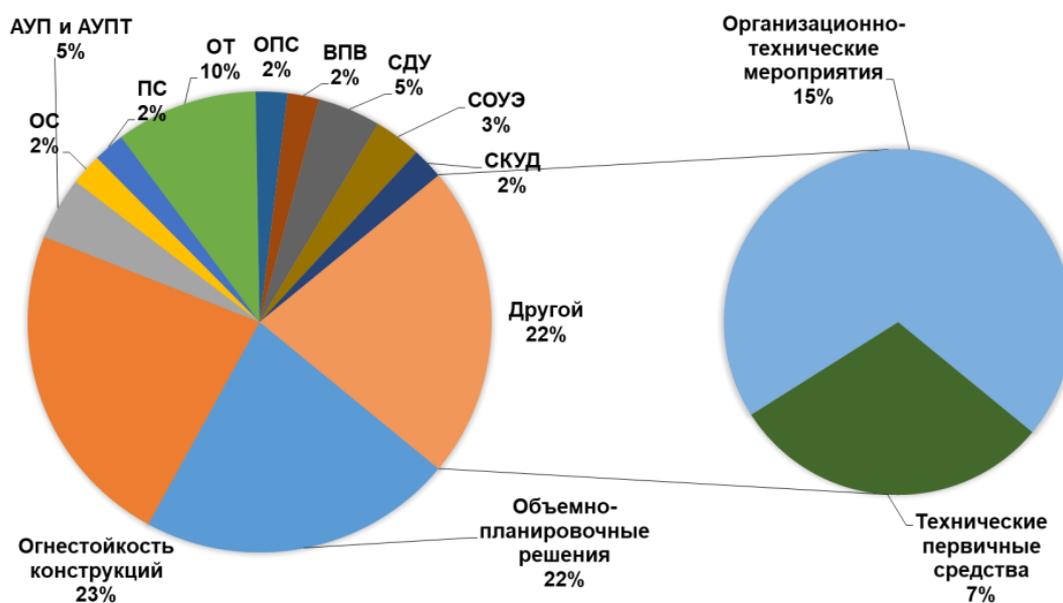


Рисунок 15. Диаграмма мероприятий по пожарной безопасности в процентном соотношении

На диаграмме видно, что достижение цели приспособления исторического объекта, интегрированного в современную среду, достигается путем доработки всех разделов проектной документации в соответствии с [7] практически в равном процентном соотношении, при этом дополнительным фактором служит разработка организационно-технических мероприятий и снабжение техническими первичными средствами защиты (учитывая СИЗОД). Тем самым трудоемкость процесса проектирования увеличивается в среднем на 25 %.

Заключение

Представленный обзор мероприятий и особенности их применения в пожар-

ной безопасности «Дома страхового общества «Россия» является одним из многочисленных примеров, который может послужить формированию структуры или позиций раздела нормативного документа в области пожарной безопасности в отношении историко-культурных объектов, приспособленных под бизнес-центр с необходимой инфраструктурой. Введение подобного документа упростит процесс проектирования мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта, снизит стоимость реализации проекта приспособления, ускоряя процесс проектирования, и при этом увеличит инвестиционную привлекательность объекта.

Литература

1. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 01.11.2005 № 1681 «О Петербургской стратегии сохранения культурного наследия».
2. Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 11.06.2021) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории культуры) народов Российской Федерации».
3. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ.
4. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

5. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017).
6. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме».
7. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 15.07.2021) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
8. Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
9. Постановление Правительства РФ от 22.07.2020 № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».
10. Гравит М. В., Недрышкин О. В., Огидан О. Т. Трансформируемые противопожарные преграды в сооружениях и строениях // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 1 (77). С. 38–46.
11. Гравит М. В., Кирик Е. С., Савченко Е. Т. Влияние конструкции на время эвакуации Колизея в Риме // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2021. № 95. Ст. № 9504.
12. Присадков В. И., Еремина Т. Ю., Тихонова Н. В. Предпосылки разработки свода правил «Противопожарная защита объектов культурного наследия» // Пожаровзрывобезопасность. 2017. № 5.
13. Присадков В. И. и др. Обзор международных нормативных документов, регламентирующих правила пожарной безопасности для объектов исторического и культурного наследия // Пожаровзрывобезопасность. 2018. № 5.
14. Присадков В. И. и др. Возможности гармонизации требований федеральных законов от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» и от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (на примере объектов религиозного назначения) // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 3.
15. Присадков В. И. и др. Особенности обеспечения пожарной безопасности исторических зданий с многоуровневыми антресолями // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 4 (37).
16. Присадков В. И. и др. Требуемый уровень пожарной безопасности музеев – объектов культурного наследия // Пожаровзрывобезопасность. 2018. № 4.
17. Архитектурный сайт. URL: <https://archi.ru/projects/world/7272/nacionalnyi-morskoi-muzei-krylo-semmi-ofera#slider-26> (дата обращения: 22.02.2022).
18. Архитектурный сайт. URL: <https://archi.ru/world/35411/taktichnoe-obnovlenie> (дата обращения: 22.02.2022).
19. Архитектурный сайт. URL: <https://krovlirossia.ru/rubriki/materialy-i-tekhnologii/sve..toprozrachnye-krovli/rekonstrukciya-s-modernizaciej-unikalnaya-steklyannaya-krysha-nakryla-dvor-istorich.eskogo-zdaniya/> интернет издание (дата обращения: 22.02.2022).
20. Электронная библиотека. URL: [https://hmong.ru/wiki/National_Portrait_Gallery_\(United_States\)](https://hmong.ru/wiki/National_Portrait_Gallery_(United_States)) (дата обращения: 22.02.2022).
21. Архитектурный сайт. URL: [https://medievalheritage.eu/en/main-page/heritage/polar.\)nd/gniew-teutonic-castle/](https://medievalheritage.eu/en/main-page/heritage/polar.)nd/gniew-teutonic-castle/) (дата обращения: 22.02.2022).
22. Государственное управление памятников Берлина // База данных памятников. URL: https://www.berlin.de/landesdenkmalamt/denkmaale/liste-karte-datenbank/denkmaldaten-bank/daobj.php?obj_dok_nr=09030018 (дата обращения: 22.02.2022).
23. Государственная студия Берлина. URL: <https://www.zdf.de/zdfunternehmen/studios-berlin-100.html> (дата обращения: 22.02.2022).
24. Архитектурный сайт. URL: <https://archi.ru/world/93240/avangardnyi-karkas-iz-proshlogo> (дата обращения: 24.02.2022).
25. Художественный музей Атенеум: сайт. URL: <https://ateneum.fi/en/the-story-of-ateneum/> (дата обращения: 23.02.2022).
26. Архитектурный сайт. URL: <https://finnisharchitecture.fi/ateneum-art-museum-extension/> (дата обращения: 23.02.2022).

References

1. Postanovlenie Pravitel'stva Sankt-Peterburga ot 01.11.2005 № 1681 «O Peterburgskoj strategii soxraneniya kul'turnogo naslediya»
2. Federal'nyj zakon ot 25.06.2002 № 73-FZ (red. ot 11.06.2021) «Ob ob"ektakh kul'turnogo naslediya (pamyatnikakh istorii kul'tury) narodov Rossijskoj Federatsii».
3. Federal'nyj zakon «Tekhnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij» ot 30.12.2009 № 384-FZ.
4. Federal'nyj zakon «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharnoj bezopasnosti» ot 22.07.2008

№ 123-FZ.

5. Tekhnicheskij reglament Evrazijskogo ehkonomicheskogo soyuza «O trebovaniyakh k sredstvam obespecheniya pozharnoj bezopasnosti i pozharotusheniya» (TR EAEHS 043/2017).

6. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25.04.2012 № 390 «O protivopozharnom rezhime».

7. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16.02.2008 № 87 (red. ot 15.07.2021) «O sostave razdelov proektnoj dokumentatsii i trebovaniyakh k ikh sodержaniyu».

8. Prikaz MCHS Rossii ot 30.06.2009 № 382 «Ob utverzhdenii metodiki opredeleniya raschyotnykh velichin pozharного riska v zdaniyakh, sooruzheniyakh i stroeniyakh razlichnykh klassov funktsional'noj pozharной opasnosti».

9. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 22.07.2020 № 1084 «O poryadke provedeniya raschetov po otsenke pozharного riska»

10. Gravit M. V., Nedryshkin O. V., Ogidan O. T. Transformiruemye protivopozharnye pregradы v sooruzheniyakh i stroeniyakh // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2018. № 1 (77). S. 38–46.

11. Gravit M. V., Kirik E. S., Savchenko E. T. Vliyanie konstruksii na vremya ehvakuatsii Kolizeya v Rime // Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzhenij. 2021. № 95. St. № 9504.

12. Prisadkov V. I., Eremina T. YU., Tikhonova N. V. Predposylki razrabotki svoda pravil "Protivopozharnaya zashhita ob"ektov kul'turnogo naslediya" // Pozharovzryvobezopasnost'. 2017. № 5.

13. Prisadkov V. I. et al. Obzor mezhdunarodnykh normativnykh dokumentov, reglamentiruyushhikh pravila pozharной bezopasnosti dlya ob"ektov istoricheskogo i kul'turnogo naslediya // Pozharovzryvobezopasnost'. 2018. № 5.

14. Prisadkov V. I. et al. Vozmozhnosti garmonizatsii trebovanij federal'nykh zakonov ot 25.06.2002 № 73-FZ «Ob ob"ektakh kul'turnogo naslediya (pamyatnikakh istorii i kul'tury) narodov Rossijskoj Federatsii» i ot 22.07.2008 № 123-FZ «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozharной bezopasnosti» (na primere ob"ektov religioznogo naznacheniya) // Sovremennye problemy grazhdanskoj zashhity. 2020. № 3 (36).

15. Prisadkov V. I. et al. Osobennosti obespecheniya pozharной bezopasnosti istoricheskikh zdaniy s mnogourovnevnyimi antresolyami // Sovremennye problemy grazhdanskoj zashhity. 2020. № 4 (37).

16. Prisadkov V. I. et al. Trebuemyj uroven' pozharной bezopasnosti muzeev – ob"ektov kul'turnogo naslediya // Pozharovzryvobezopasnost'. 2018. № 4.

17. Arkhitekturnyj sajt. URL: <https://archi.ru/projects/world/7272/nacionalnyi-morskoi-muzei-krylo-semmi-ofera#slider-26> (data obrashheniya: 22.02.2022).

18. Arkhitekturnyj sajt. URL: <https://archi.ru/world/35411/taktichnoe-obnovlenie> (data obrashheniya: 22.02.2022).

19. Arkhitekturnyj sajt. URL: <https://krovlirossia.ru/rubriki/materialy-i-tehnologii/sve..toprozrachnye-krovli/rekonstrukciya-s-modernizaciej-unikalnaya-steklyannaya-krysha-nakryla-dvor-istorich.eskogo-zdaniya/> (data obrashheniya: 22.02.2022).

20. EHlektronnaya biblioteka. URL: [https://hmong.ru/wiki/National_Portrait_Gallery_\(United_States\)](https://hmong.ru/wiki/National_Portrait_Gallery_(United_States)) (data obrashheniya: 22.02.2022).

21. Arkhitekturnyj sajt. URL: [https://medievalheritage.eu/en/main-page/heritage/polag.\)nd/gniew-teutonic-castle/](https://medievalheritage.eu/en/main-page/heritage/polag.)nd/gniew-teutonic-castle/) (data obrashheniya: 22.02.2022).

22. Gosudarstvennoe upravlenie pamyatnikov Berlina // Baza dannykh pamyatnikov. URL: https://www.berlin.de/landesdenkmalamt/denkmaale/liste-karte-datenbank/denkmaldaten-bank/daobj.php?obj_dok_nr=09030018 (data obrashheniya: 22.02.2022).

23. Gosudarstvennaya studiya Berlina. URL: <https://www.zdf.de/zdfunternehmen/studios-berlin-100.html> (data obrashheniya: 22.02.2022).

24. Arkhitekturnyj sajt. URL: <https://archi.ru/world/93240/avangardnyi-karkas-iz-proshlogo> (data obrashheniya: 24.02.2022).

25. KHudozhestvennyj muzej Ateneum: sajt. URL <https://ateneum.fi/en/the-story-of-ateneum/> (data obrashheniya: 23.02.2022).

26. Arkhitekturnyj sajt. URL: <https://finnisharchitecture.fi/ateneum-art-museum-extension/> (data obrashheniya: 23.02.2022).

УДК 621.396.6+536.24

kuan06@mail.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РАБОТЕ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ****PROVIDING THERMAL REGIME WHEN OPERATING
TELECOMMUNICATIONS EQUIPMENT***Барбин Н. М.^{1,2}, доктор технических наук, профессор,**Бородин А. А.¹, кандидат технических наук,**Куанышев В. Т.², кандидат физико-математических наук, доцент,**Санников А. А.²,**Шнайдер А. В.¹, кандидат технических наук, доцент,**¹Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,**²Уральский технический институт связи и информатики, Екатеринбург,**Barbin N.^{1,2}, Borodin A.¹, Kuanishev V.², Sannikov A.², Schneider A.¹,**¹Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg,**²Ural Technical Institute of Communications and Informatics, Yekaterinburg*

Исследуется влияние тепловых процессов на работу телекоммуникационного оборудования, определяющих надежную работу аппаратуры. Математическое и компьютерное моделирование тепловых процессов в отдельных элементах оборудования проводится на основе нестационарного уравнения теплопроводности.

Ключевые слова: тепловое поле, уравнение теплопроводности, математическое моделирование, метод конечных разностей.

The influence of thermal processes on the operation of telecommunication equipment, which determine the reliable operation of the equipment, is investigated. Mathematical and computer modeling of thermal processes in individual elements of equipment is carried out on the basis of a non-stationary heat conduction equation.

Keywords: thermal field, heat equation, mathematical modeling, finite difference method.

Введение

В работе исследуются процессы, определяющие тепловой режим устройств и отдельных элементов телекоммуникационного оборудования [1;2]. Температурный режим, связанный с отводом теплоты от радиоэлектронных устройств в замкнутом объеме, является основным фактором, отвечающим за надежность функционирования устройств и систем [3]. Следовательно, знание распределения температуры по данному компоненту конструкции (например, на плате с установленными на ней радиокомпонентами) может дать информацию о выполнении оптимального теплового режима.

Постановка задачи

Проведение эксперимента для исследования теплового режима телекоммуникационного оборудования. Создание математической модели распространения теплового потока для отдельных узлов оборудования (платы с установленными радиокомпонентами), а также проведение компьютерного моделирования и визуализации температурного поля по данным вычислительного эксперимента.

Проведение эксперимента для исследования теплового режима

Основная задача эксперимента – анализ воздействия теплового потока на телекоммуникационное оборудование, электронные платы и установленные в ней элементы. Также рассмотрены более нагретые зоны в оборудовании.

Для проведения эксперимента было выбрано несколько объектов телекоммуникационного оборудования. В качестве средства исследования температурных полей использовался тепловизор FLIR-T335. Для визуализации результатов эксперимента и наглядного представления изображе-

ний, полученных по тепловизору, они обрабатывались в графическом редакторе Flir Tools.

На рис. 1 и 2 приведены распределения и показания температуры объекта – стойка телекоммуникационного оборудования.



Рисунок 1. Телекоммуникационная стойка с радиоэлектронным оборудованием

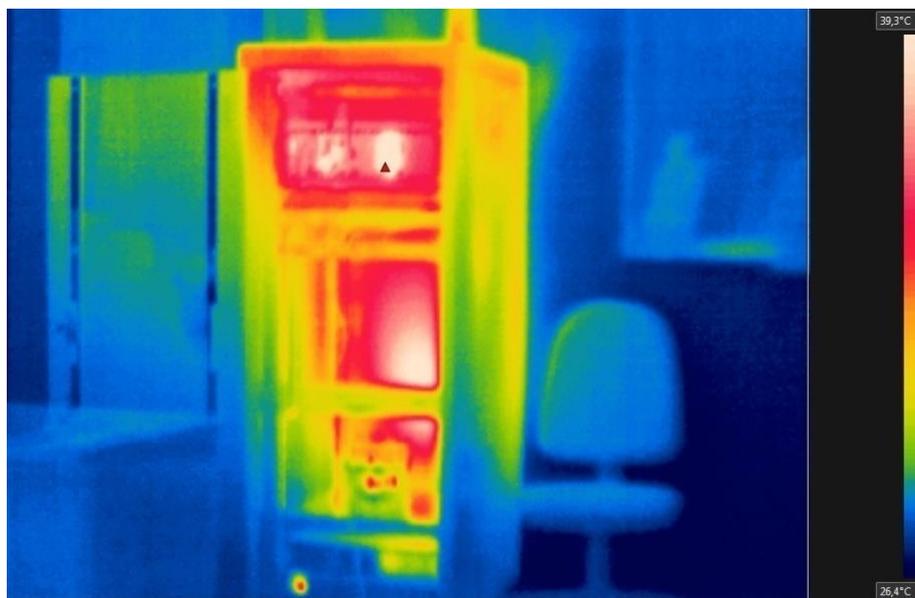


Рисунок 2. Температурное состояние телекоммуникационной стойки с большим потреблением мощности

Из рис. 2 видно превышение температуры по сравнению с рис. 1. Существенно увеличилась тепловая нагрузка на элементы аппаратуры, что связано с большим потреблением мощности.

В качестве другого объекта исследования использовалась электронная плата измерительного устройства. На рис. 3 хорошо видно нагретое состояние отдельных элементов и узлов электронной платы



Рисунок 3. Плата с отдельными теплонагруженными электронными компонентами

Отметим следующие факторы, способствующие оптимизации теплового режима отдельных элементов и узлов электронной платы:

- Элементы, подверженные тепловой нагрузке, необходимо располагать на определенном расстоянии от нагретых зон.

- В некоторых случаях следует использовать системы отведения тепла либо применять способы принудительного охлаждения направленным потоком холодного воздуха.

- Некоторые элементы плат, которые расположены в области сильного нагрева, следует изготавливать из теплоустойчивых материалов.

Методика расчетов

Чтобы провести исследования теплового воздействия на отдельные элементы следует решить двумерную задачу

теплопроводности для неоднородного тела. В качестве модельной задачи рассмотрим процесс теплопереноса в пластине (модель электронной платы), на которой расположены элементы, то есть имеются включения (рис. 4). Число включений выберем равным четырем. Для большего числа элементов возрастает объем вычислений и растет размер кода программы, но принципиально на выводы и физические явления это не влияет.

Размеры $l_1, l_2, l_3, l_4, h_1, h_2, h_3, h_4$ выбираются так, чтобы разностная сетка была равномерной. Для этого в программе для входных параметров будут задаваться не линейные размеры, а количество промежутков, характеризующих рассматриваемый отрезок.

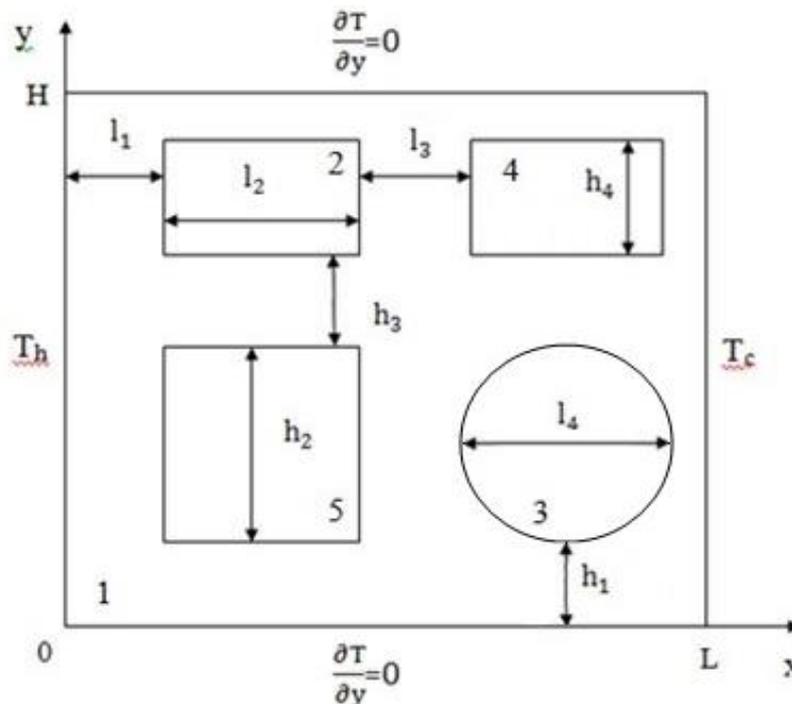


Рисунок 4. Область решения

В качестве материала пластины выберем медь (1 на рис. 4). Размеры пластины $L = H = 0,5$ м. Материалы включения следующие:

1) сталь (2), коэффициент теплопроводности $\lambda_2 = 46$ Вт/(м⁰·С), плотность $\rho_2 = 7800$ кг/м³, теплоемкость $c_2 = 460$ Дж/(кг⁰·С);

2) железо (3), коэффициент теплопроводности $\lambda_3 = 71$ Вт/(м⁰·С), плотность $\rho_3 = 7900$ кг/м³, теплоемкость $c_3 = 460$ Дж/(кг⁰·С);

3) сталь (4), коэффициент теплопроводности $\lambda_4 = 46$ Вт/(м⁰·С), плотность $\rho_4 = 7800$ кг/м³, теплоемкость $c_4 = 460$ Дж/(кг⁰·С);

4) железо (5), коэффициент теплопроводности $\lambda_5 = 71$ Вт/(м⁰·С), плотность $\rho_5 = 7900$ кг/м³, теплоемкость $c_5 = 460$ Дж/(кг⁰·С).

На вертикальных границах области решения поддерживается постоянная температура $T_h = 100$ °С при $x = 0$ и $T_c = 0$ °С при $x = L$. Горизонтальные границы являются адиабатическими $\frac{\partial T}{\partial y} = 0$. Начальная температура области решения $T_0 = 50$ °С.

Математическая постановка задачи будет иметь вид:

$$\rho_1 c_1 \frac{\partial T_1}{\partial t} = \lambda_1 \left(\frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_1}{\partial y^2} \right),$$

$$0 < x < l_1, \quad 0 < y < H;$$

$$l_1 \leq x \leq l_1 + l_2, \quad 0 < y < h_1,$$

$$h_1 + h_2 < y < h_1 + h_2 + h_3, \quad h_1 + h_2 + h_3 + h_4 < y < H;$$

$$l_1 + l_2 < x < l_1 + l_2 + l_3, \quad 0 < y < H;$$

$$l_1 + l_2 + l_3 \leq x \leq l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \quad 0 < y < h_1,$$

$$h_1 + h_2 < y < h_1 + h_2 + h_3, \quad h_1 + h_2 + h_3 + h_4 < y < H;$$

$$l_1 + l_2 + l_3 + l_4 < x < L, \quad 0 < y < H;$$

$$\rho_2 c_2 \frac{\partial T_2}{\partial t} = \lambda_2 \left(\frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_2}{\partial y^2} \right),$$

$$l_1 < x < l_1 + l_2, h_1 + h_2 + h_3 < y < h_1 + h_2 + h_3 + h_4;$$

$$\rho_3 c_3 \frac{\partial T_3}{\partial t} = \lambda_3 \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T_3}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T_3}{\partial \varphi^2} \right),$$

$$l_1 + l_2 + l_3 < x < l_1 + l_2 + l_3 + l_4, h_1 < y < h_1 + h_2; \\ 0 < \varphi < 2\pi;$$

$$\rho_4 c_4 \frac{\partial T_4}{\partial t} = \lambda_4 \left(\frac{\partial^2 T_4}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_4}{\partial y^2} \right),$$

$$l_1 + l_2 + l_3 < x < l_1 + l_2 + l_3 + l_4, h_1 + h_2 + h_3 < y < h_1 + h_2 + h_3 + h_4;$$

$$\rho_5 c_5 \frac{\partial T_5}{\partial t} = \lambda_1 \left(\frac{\partial^2 T_5}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_5}{\partial y^2} \right), l_1 < x < l_1 + l_2, h_1 < y < h_1 + h_2. \quad (1)$$

Задаются начальные условия:

$$t = 0: T = T_0, 0 \leq x \leq L, 0 \leq y \leq H. \quad (2)$$

Затем задаются граничные условия для матрицы (область 1):

$$\begin{aligned} x = 0: T &= T_h, t > 0; \\ x = L: T &= T_c, t > 0; \\ y = 0: \frac{\partial T}{\partial y} &= 0, t > 0; \\ y = H: \frac{\partial T}{\partial y} &= 0, t > 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Граничные условия на включениях будут иметь вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_2(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial x}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} x = l_1, h_1 + h_2 + h_3 \leq y \leq h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \\ x = l_1 + l_2, h_1 + h_2 + h_3 \leq y \leq h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_2(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial y} = \lambda_2 \frac{\partial T_2}{\partial y}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} y = h_1 + h_2 + h_3, l_1 < x < l_1 + l_2, \\ y = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, l_1 < x < l_1 + l_2; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_3(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial x}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} x = l_1 + l_2 + l_3, h_1 \leq y \leq h_1 + h_2, \\ x = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, h_1 \leq y \leq h_1 + h_2; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_3(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial y} = \lambda_3 \frac{\partial T_3}{\partial y}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} y = h_1, l_1 + l_2 + l_3 < x < l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \\ y = h_1 + h_2, l_1 + l_2 + l_3 < x < l_1 + l_2 + l_3 + l_4; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_4(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial x}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} x = l_1 + l_2 + l_3, h_1 + h_2 + h_3 \leq y \leq h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \\ x = l_1 + l_2 + l_3 + l_4, h_1 + h_2 + h_3 \leq y \leq h_1 + h_2 + h_3 + h_4; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_4(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial y} = \lambda_4 \frac{\partial T_4}{\partial y}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} y = h_1 + h_2 + h_3, l_1 + l_2 + l_3 < x < l_1 + l_2 + l_3 + l_4, \\ y = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, l_1 + l_2 + l_3 < x < l_1 + l_2 + l_3 + l_4; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_5(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial x} = \lambda_5 \frac{\partial T_5}{\partial x}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} x = l_1, h_1 \leq y \leq h_1 + h_2, \\ x = l_1 + l_2, h_1 \leq y \leq h_1 + h_2; \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_1(t, x, y) = T_5(t, x, y), \\ -\lambda_1 \frac{\partial T_1}{\partial y} = \lambda_5 \frac{\partial T_5}{\partial y}, \end{array} \right. \text{ при } \left\{ \begin{array}{l} y = h_1, l_1 < x < l_1 + l_2, \\ y = h_1 + h_2, l_1 < x < l_1 + l_2. \end{array} \right. \quad (4)$$

Для аппроксимации двумерного дифференциального уравнения по методу конечных разностей [3] разобьем пластину по толщине на N-1 равных промежутков и построим пространственно-временную сетку. Для дискретизации уравнений (1) используется локально-одномерная схема, которая является абсолютно устойчивой [4].

Решение полученных систем линейных алгебраических уравнений проводится методом прогонки, при этом наличие элементов (включений) учитывается в прогоночных коэффициентах на границах сопряжения, а также в коэффициентах канонического уравнения вида (5) в зависимости от материала элемента [3].

$$A_i \times T_{i+1}^{n+1} - B_i \times T_i^{n+1} + C_i \times T_{i-1}^{n+1} = F_i, \quad (5)$$

где $A_i = C_i = \frac{\lambda}{h^2}; \quad B_i = \frac{2 \times \lambda}{h^2} + \frac{\rho \times c}{\tau};$
 $F_i = -\frac{\rho \times c}{\tau} \times T_i^n$

Алгоритм решения краевой задачи (1)–(4) состоит из последовательных шагов.

Вся область решения делится на однородные части, затем поэтапно решается система линейных алгебраических уравнений вида

$$\rho \times c \times \frac{T_{ij}^{n+1/2} - T_{ij}^n}{\tau} = \lambda \times \left(\frac{T_{i+1,j}^{n+1/2} - 2 \times T_{ij}^{n+1/2} + T_{i-1,j}^{n+1/2}}{h_x^2} \right). \quad (6)$$

При численном решении краевой задачи для области с криволинейной границей также строится разностная сетка. Для этого вводятся шаги сетки по координатам r_h, ϕ_h – по линейной и угловой координатам r и ϕ ; соответственно [3;4].

Результаты компьютерного эксперимента

Численное решение осуществлялось в программе, с оставленной на языке

C++ IDE Visual Studio. Полученные расчеты выводятся в текстовый файл данных. График распределения изотерм на пластине с четырьмя элементами строился по численным результатам файла данных с использованием графической библиотеки Dislin [5].

Результат компьютерного эксперимента показан на рис. 5, где представлен график распределения изотерм на пластине с четырьмя элементами.

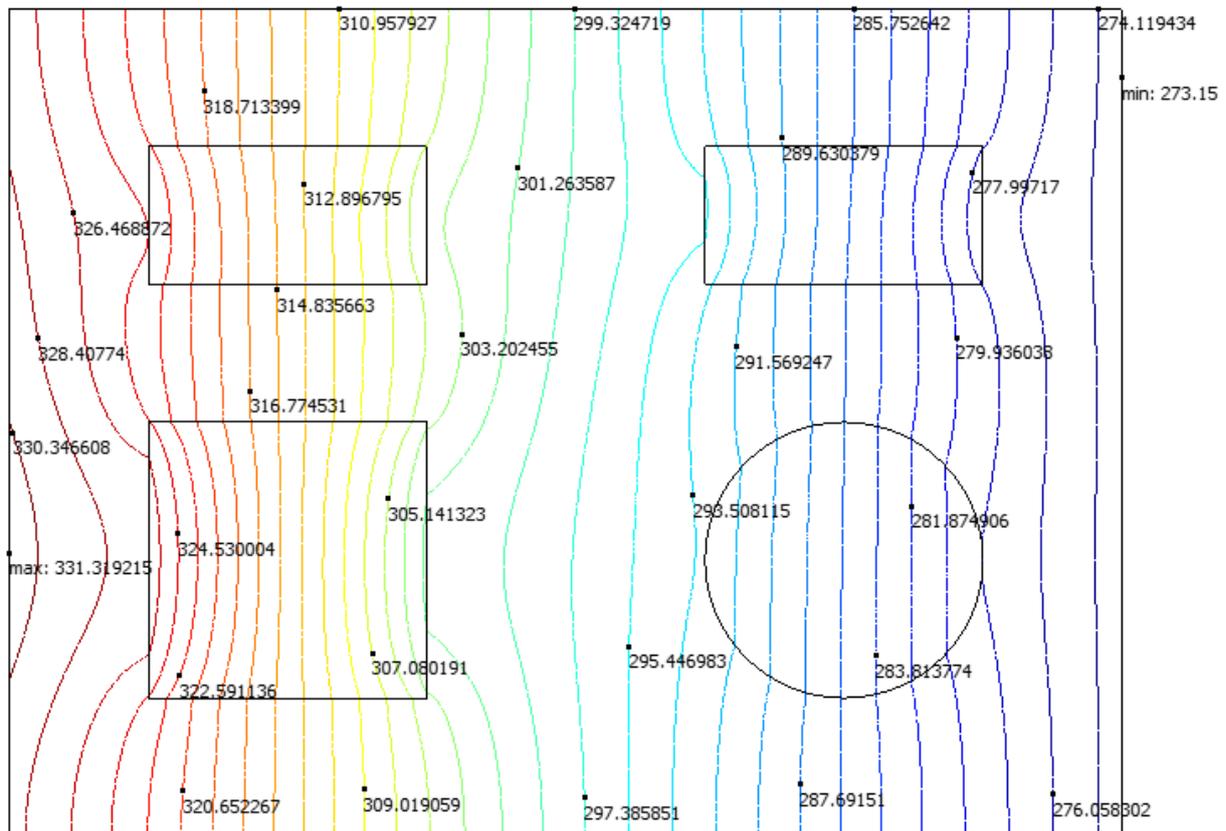


Рисунок 5. График изотерм на пластине с элементами

Вывод

Из результатов визуализации тепловизионной съемки видно, что при увеличении потока тепла на телекоммуникационное оборудование температурный градиент заметно изменяется. Источниками тепла могут быть элементы, близко расположенные на электронной плате, у которых происходит нагрев от подачи на них большого напряжения. Для стабилизации работы элементов необходимо использовать различные системы охлаждения, которые способствуют стабильному и правильному функционированию данного электронного устройства. Кроме того, данную проблему также можно решить путем использования теплоустойчивых материалов.

Расчет теплового режима телекоммуникационного оборудования складыва-

ется из отдельных этапов, соответствующих уровням компоновки конструкций. Моделирование начинается с отдельных элементов узлов оборудования.

При использовании математической модели в виде нестационарного уравнения теплопроводности необходимо учитывать физические условия реальной задачи. Математическая модель переноса тепла описывается уравнением в декартовой системе координат, при этом следует задавать геометрические, физические, начальные и граничные условия. Аппроксимация уравнения конечными разностями приводит к системе линейных алгебраических уравнений, которые решаются численными методами с визуализацией результатов численного эксперимента.

Литература

1. Дульнев Г. Н., Парфенов В. Г., Сигалов А. В. Методы расчета теплового режима приборов. М., 1990. 312 с.
2. Дульнев Г. Н., Польшиков Б. В., Потягайло А. Ю. Разработка алгоритма иерархического моделирования процессов теплообмена в сложных радиоэлектронных комплексах // Радиотехника. 1979. Т. 34, П. С. 49–54.

3. Кузнецов Г. В., Шеремет М. А. Разностные методы решения задач теплопроводности. Томск, 2007. 172 с.
4. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы. М., 1989. 432 с.
5. URL: <https://dislin.de/index.html>

References

1. Dul'nev G. N., Parfenov V. G., Sigalov A. V. Metody rascheta teplovogo rezhima priborov. М., 1990. 312 s.
2. Dul'nev G. N., Polycikov B. V., Potyagajlo A. YU. Razrabotka algoritma ierarhicheskogo modelirovaniya processov teploobmena v slozhnyh radioelektronnyh kompleksah // Radiotekhnika. 1979. T. 34. S. 49–54.
3. Kuznecov G. V., SHERemet M. A. Raznostnye metody resheniya zadach teploprovodnosti. Tomsk, 2007. 172 s.
4. Samarskij A. A., Gulin A. V. CHislennye metody. М., 1989. 432 s.
5. URL: <https://dislin.de/index.html>

УДК 614:84

ekaterinagolovina@yandex.ru

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ
ОГНЕЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MODERN MEANS OF FIRE
PROTECTION OF STEEL STRUCTURES FOR OIL AND GAS INDUSTRY
FACILITIES IN THE ARCTIC REGION**

*Головина Е. В., кандидат технических наук,
Уральский институт Государственной
противопожарной службы МЧС России, Екатеринбург*

*Golovina E.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg*

В статье представлен обзор современных средств огнезащиты стальных конструкций для объектов нефтегазовой отрасли в условиях арктического климата. Рассмотрены климатические особенности Арктической зоны, влияющие на выбор способа огнезащиты. Выделены требования к огнезащитным материалам, применяемым на объектах нефтегазового комплекса в условиях Арктического региона. Даны характеристики основным видам современных средств огнезащиты, определены их основные преимущества и недостатки. Выделены критерии для определения вида огнезащиты. Сделан вывод об эффективности огнезащитных составов интумесцентного типа на основе эпоксидных смол для применения на промышленных предприятиях, расположенных в Арктическом регионе. Проведен сравнительный анализ эпоксидных терморасширяющихся составов, и сделан вывод о более высоких технических и огнезащитных характеристиках огнезащитных материалов импортного производства.

Ключевые слова: средства огнезащиты, объекты нефтегазовой отрасли, Арктическая зона, конструктивная огнезащита, огнезащитные составы интумесцентного типа.

The article presents an overview of modern means of fire protection of steel structures for oil and gas industry facilities in the Arctic climate. The climatic features of the Arctic zone affecting the choice of fire protection method are considered. The requirements for flame-retardant materials used at oil and gas facilities in the Arctic region are highlighted. The characteristics of the main types of modern means of fire protection are given, their main advantages and disadvantages are determined. The criteria for determining the type of fire protection are highlighted. The conclusion is made about the effectiveness of intumescent flame retardants based on epoxy resins for use in industrial enterprises located in the Arctic region. A comparative analysis of epoxy thermally expanding compositions was carried out and a conclusion was made about the higher technical and fire-resistant characteristics of imported fire-protective materials.

Keywords: fire protection equipment, oil and gas industry facilities, Arctic zone, structural fire protection, intumescent flame retardants.

В настоящее время все больший научный и практический интерес вызывают районы Арктической зоны, поскольку содержат колоссальное количество

ство неразработанных энергоресурсов, таких как нефть и газ [1]. При этом добыча природных ресурсов в Арктике крайне сложна и опасна: в условиях сурового климата вероятность аварийных ситуаций возрастает. Поэтому вопросы обеспечения пожаровзрывобезопасности данных предприятий требуют особого внимания, т. к. находящиеся на объектах нефтегазовой промышленности продукты повышенной горючести и взрывоопасности в случае воспламенения могут послужить причиной углеводородного пожара, сопровождающегося резким скачком температуры и образованием избыточного давления. Неконтролируемое развитие аварийных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса может привести к значительным разрушениям и к гибели людей.

Также необходимо учитывать специфические условия эксплуатации данных объектов, которые существенно отличаются от условий эксплуатации аналогичных объектов в других климатических зонах. Определяющими внешними факторами для промышленных предприятий, расположенных в арктических районах, являются длительный сезон с отрицательными среднесуточными температурами, влажность атмосферы воздуха арктических районов, что сказывается на коррозионной стойкости применяемых огнезащитных материалов, а также агрессивное воздействие морской воды, которое ухудшает физико-механические свойства защищаемых стальных конструкций [2].

Таким образом, выбор определенного способа огнезащиты должен опираться на указанные факторы. С учетом

климата арктических районов, огнезащитные средства должны соответствовать следующим требованиям [3; 4]:

- возможность нанесения при отрицательных температурах и в условиях повышенной влажности;
- работоспособность и сохранение характеристик прочности при температурах от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- работоспособность при колебании температур от минусовых до плюсовых;
- атмосферостойкость;
- повышенные износостойкость, хорошая адгезия материалов при взаимодействии с осадками.

На данный момент существует несколько сотен различных средств и методов для огнезащиты металлических конструкций. К ним относятся облицовки бетоном, кирпичом, штукатурки, панельные и плиточные материалы, огнезащитные краски, изоляционные материалы и их комбинации. Каждый огнезащитный материал имеет технические свойства, применение и эксплуатационные характеристики [5–7]. Эти факторы в большей степени определяют области применения материалов, не препятствуя соблюдению нормативных требований, а также, принимая во внимание стоимость работ по противопожарной защите, и другие различные требования в исследуемой области.

С учетом современных разработок в области противопожарной защиты средства пассивной огнезащиты несущих металлоконструкций можно представить в виде общей схемы (см. рис.).



Рисунок. Виды огнезащиты металлических конструкций

Согласно [5] огнезащитные материалы для металлических конструкций подразделяются на конструктивную огнезащиту (толстослойные напыляемые составы, штукатурки, облицовки плитными, листовыми и другими огнезащитными материалами, в том числе на каркасе, с воздушными прослойками, а также комбинации данных материалов, в том числе с тонкослойными вспучивающимися покрытиями) и интумесцентные (вспучивающиеся) огнезащитные покрытия. Рассмотрим их подробнее.

Обетонирование. Практика показывает, что в отечественном строительстве часто встречается огнезащита металлических конструкций с помощью облицовки бетоном. В качестве материалов, повышающих предел огнестойкости стальных конструкций, используют бетонные и керамзитобетонные растворы, плиты, кирпичи, газо- и пенобетонные блоки, плиты, скорлупы, экраны и прочие изделия [7]. Эти стройматериалы относятся к группе негорючих материалов, выдерживающих действие огня без разрушения в течение длительного времени, без выделения вредных веществ. Использование бетона в качестве защиты целесообразно, когда существует необходимость в усилении металлических конструкций, в частности, при реконструкции зданий и сооружений [5].

При проведении огнезащитных работ с применением обетонирования необходимо учесть возможное взрывное хрупкое разрушение огнезащитного материала, обусловленное наличием влаги в материале, его водопроницаемостью, условиями нагрева и другими факторами. Поэтому при применении в качестве огнезащитного материала для стальных конструкций бетона или штукатурного раствора толщиной более 50 мм необходимо проводить усиление поверхностного слоя материала путем применения стальной сетки с ячейкой не более 100 мм и диаметром стержня не менее 4 мм.

Облицовка из кирпича. Кирпичная кладка признана надежным огнезащитным материалом и широко используется для возведения противопожарных стен (преград), изоляции стальных колон и узлов стальных элементов. Кирпичи и строительные камни удовлетворяют ряду требований, предъявляемых к огнезащите стальных конструкций: негорючесть, долговечность, а также высокие классы огнестойкости [5; 7].

Облицовка кирпичами и каменными изделиями применяется, в основном, для обкладывания стоек и колонн. Устройство огнезащитной облицовки ригелей и связей из кирпича не рекомендуется из-за конструктивной сложности выполнения и значительного собственного веса.

Преимущества бетонной и кирпичной облицовки очевидны: устойчивость к сырости и атмосферным осадкам, возможность использования практически при любых температурно-влажностных условиях, а также при воздействии агрессивной внешней среды. В то же время существуют определенные недостатки данного вида огнезащиты: трудоемкость выполнения подготовительных работ (установка опалубки и арматурные работы), значительное утяжеление металлоконструкций, и, соответственно, увеличение веса всего здания и нагрузки на остальные конструкции [6].

Для огнезащитной обшивки металлических несущих конструкций (колонн и балок) рекомендуется использовать гипсокартонные листы (далее – ГКЛ) или гипсоволокнистые листы (далее – ГВЛ). Облицовка выполняется с помощью металлических профилей или с использованием вкладышей из полос ГКЛ или ГВЛ различной толщины, в зависимости от требуемого предела огнестойкости конструкций [8].

Облицовка металлических конструкций листами, плитами и экранами безусловно выигрывает по следующим параметрам. Во-первых, есть возможность произвести замену средства огнезащиты или заменить один тип облицовки на другой, а также наложить новую огнезащиту поверх старой. Во-вторых, повышается вибростойкость и прочность защищаемой конструкции благодаря механическому креплению.

К недостаткам можно отнести сравнительно большую толщину покрытия, что позволяет рассчитывать на демонтаж исключительно поверхности формы правильного прямоугольника, но даже если не брать во внимание этот факт, то высокая влагопроницаемость все равно остается [9].

Сухие строительные смеси – штукатурки. В зависимости от основного вяжущего вещества штукатурные смеси подразделяют: на цементные, гипсовые, известковые, полимерные, сложные (одновремен-

ное использование различных видов вяжущих или специально разработанных композиций) [8].

Наиболее применяемыми являются цементные и гипсовые штукатурные смеси. Гипсовые штукатурные смеси создают более ровное покрытие с теплоизоляционными свойствами, превосходящими покрытия, полученные из цементного штукатурного раствора.

Цементно-песчаная штукатурка рекомендуется для защиты металлоконструкций зданий – колонн, ригелей, связей и узлов сопряжения между элементами [10].

Привлекательность применения цементно-песчаной штукатурки обосновывается следующими факторами: простота изготовления состава, поскольку для ее приготовления нужен цемент и песок, распространенность и доступность основных компонентов, обеспечение высоких пределов огнестойкости защищаемой конструкции (до 120 минут). К минусам можно отнести значительную трудоемкость осуществления работ по нанесению покрытия, необходимость армирования конструкции; увеличение нагрузки на фундаменты зданий за счет утяжеления каркаса; необходимость применения антикоррозионных составов [7].

Следствием необходимости снижения веса огнезащитной облицовки стала разработка легких штукатурок и покрытий на основе асбеста, перлитового песка, вермикулита, гипса, жидкого стекла и пр. Выбор вяжущего зависит от влажностного режима эксплуатации конструкции. Смеси на жидком стекле, гипсе следует использовать для покрытий, работающих в воздушно-сухих условиях с относительной влажностью в помещениях до 60 % [10].

Легкие огнезащитные штукатурки по сравнению с цементно-песчаными отличаются большей эффективностью, поскольку при идентичном пределе огнестойкости защищаемой конструкции они легче в 1,5–2 раза. В то же время этому виду покрытий свойственны определенные недо-

статки: мягкость покрытия, малая конструктивная прочность, слабая адгезия к поверхности защищаемой металлической конструкции. Такие покрытия не предназначены для применения на поверхностях, незащищенных от механических повреждений [6].

Интумесцентные (вспучивающиеся) огнезащитные покрытия. Вспучивающиеся покрытия часто еще называют вспенивающимися или терморасширяющимися, поскольку их особенностью является многократное увеличение в объеме при нагревании и образовании теплоизолирующего слоя (пенококса). В основном процесс интумесценции (вспучивания) происходит из-за наличия в составе композиции обязательных компонентов, таких как фосфаты аммония, главным образом полифос-

фаты, пентаэритрит и меламин [11], и дополнительных вспучивающих агентов, например, интеркалированный графит. Таким образом, благодаря низкой теплопроводности пенококсовый слой предотвращает быстрый нагрев защищаемой конструкции. Ключевое преимущество вспучивающихся покрытий – малый вес и толщина. Еще одно преимущество – относительно низкая трудоемкость нанесения. К основным недостаткам можно отнести дороговизну данных покрытий, необходимость качественной подготовки поверхности и тот факт, что именно вспучивающиеся материалы чаще всего являются объектом для фальсификаций.

Краткий обзор современных средств огнезащиты металлических конструкций приведен в табл. 1.

Таблица 1
Способы огнезащиты металлических конструкций

Способ огнезащиты		Преимущества	Недостатки	Примечание
Облицовка	Бетон	Негорючесть. Сравнительно невысокая стоимость материалов. Атмосферостойкость	Увеличение нагрузки на фундамент. Необходимость армирования. Сложность ремонта и восстановления. Защищает только колонны	Применяется не только в целях огнезащиты конструкций из металла, но и их укрепления. Обеспечение пределов огнестойкости защищаемой конструкции – до 150 мин
	Кирпич	Негорючесть. Экономическая рентабельность. Ремонтопригодность. Не требуется дополнительная подготовка поверхности металлической конструкции. Легковесность (в сравнении с бетоном)	Трудоемкость проведения работ и восстановления, утяжеление конструкции и каркаса здания	Применяется не только в целях огнезащиты конструкций из металла, но и их укрепления. Обеспечение пределов огнестойкости защищаемой конструкции – до 150 мин
	ГКЛ, ГВЛ, плиты, экраны	Возможность наложить один тип облицовки на другой. Стойкость к разного рода вибрациям.	Влагопроницаемость. Низкая механическая прочность	Использование в помещениях с нормальной влажностью (не более 60 %). Обеспечиваемые пределы огнестойкости – до 150 мин
Сухие строительные смеси – штукатурки		Недорогая стоимость. Повсеместное применение.	Большой вес цементно-песчаных штукатурок.	Обеспечиваемые пределы огнестойкости – до 150 мин

	Простота изготовления. Легковесность (для легких штукатурок). Возможность эксплуатации в атмосферных условиях (кроме смесей на жидком стекле, извести и гипсе)	Необходимость армирования. Большая трудоемкость работ, Сложность восстановления и ремонта. Низкая конструктивная прочность	
Вспучивающиеся материалы	Малая толщина и вес покрытия. Ремонтопригодность. Высокая адгезия. Относительно низкая трудоемкость нанесения. Возможность применения для разных типов конструкции	Дороговизна покрытия. Высокие требования к подготовке поверхности конструкции. Высокая вероятность фальсификации	Применение для огнезащиты металлических конструкций любой сложности. Обеспечиваемые пределы огнестойкости 90–150 мин

Для определения вида и способа огнезащиты выделяются следующие критерии [4]:

- величина требуемого предела огнестойкости;
- тип защищаемой конструкции и ориентации защищаемых поверхностей в пространстве (колонны, стойки, ригели, балки, связи);
- возможность увеличения нагрузки на конструкцию за счет веса огнезащиты (утяжеление конструкции);
- возможность периодического контроля покрытия и восстановления после повреждений;
- сейсмоустойчивость огнезащиты;
- способность гореть и распространять пламя, образовывать ОФП;
- температурно-влажностные условия эксплуатации и производства работ по огнезащите, степень агрессивности окружающей среды;
- сезонность нанесения;
- технологичность нанесения огнезащиты;
- момент монтажа огнезащиты (во время возведения здания или его эксплуатации);
- срок годности материала;

- условия хранения и транспортировки;
- срок службы покрытия;
- требования к декоративному виду;
- гигиенические свойства;
- стоимость огнезащитного материала и работ по предварительной подготовке конструкций и монтажу огнезащиты.

Практика показывает, что применение интумесцентных (вспучивающихся) огнезащитных покрытий является одним из наиболее перспективных способов огнезащиты для предприятий нефтегазовой отрасли. К их основным преимуществам относятся малая толщина и вес покрытия, ремонтпригодность, вибростойкость, возможность применения для металлоконструкций любой сложности [11].

Учитывая сложность климатических условий арктических районов и специфику нефтегазовой отрасли, следует иметь в виду, что не все интумесцентные покрытия подходят для применения на обозначенных объектах. В зависимости от природы связующего выделяются огнезащитные терморасширяющиеся составы на водной основе, акриловой основе, на основе эпоксидных смол и на основе силико-

нового связующего [9]. Всем перечисленным выше требованиям удовлетворяют интумесцентные композиции на основе эпоксидных смол [12]. Такие материалы характеризуются малой влагопроницаемостью, высокой термостойкостью, долговременной защитой от воздействия агрессивных сред, к которым относятся морская вода, минеральные масла, нефтепродукты, низкие температуры нанесения и эксплуата-

ции и др. Однако важно отметить, что данные покрытия со временем разрушаются под воздействием солнечных лучей и требуют финишного покрытия эмалью [4–5].

Количество российских производителей эпоксидных огнезащитных систем с продукцией мирового уровня незначительно, поэтому на рынке широко представлен спектр дорогостоящих зарубежных защитных покрытий (табл. 2).

Таблица 2

Эпоксидные огнезащитные составы импортного и российского производства

№	Наименование продукта, производитель	Технические параметры	Огнезащитная способность
1.	Chartek 7, AkzoNobel	Толстослойное, двухкомпонентное, не содержащее растворителя покрытие, обеспечивающее превосходную стойкость и сочетающее в себе коррозионную и огнезащиту. Главным образом предназначен для использования в условиях повышенного риска в таких промышленности, как нефтяная, газовая, нефтехимическая и энергетическая	до 135 мин
2.	Chartek 1709, AkzoNobel	Главным образом предназначен для использования в таких отраслях промышленности, как нефтяная, газовая, нефтехимическая и энергетическая. Предназначен для защиты стальных конструкций, трубопроводов и емкостей от последствий углеводородного пожара и горения (розлив и реактивная струя огня), криогенных разливов и разбрызгивания	до 240 мин
3.	Firetex-m90, Leighs Paints	Двухкомпонентный огнезащитный вспучивающийся состав, предназначен для пассивной огнезащиты металлоконструкций как при строительстве новых нефтегазовых и нефтехимических объектов, так и при ремонте действующих (оффшорные платформы, ТСП ШФЛУ, НПЗ и другие объекты, на которых возможно возникновение углеводородного горения и реактивной струи пламени)	до 150 мин
4.	Jotachar 1709, Jotun	Двухкомпонентное огнезащитное эпоксидное покрытие аминного отверждения со 100 % сухим остатком. Разработано специально как вспучивающееся покрытие для обеспечения пассивной огнезащиты стали при объемном углеводородном горении для различных типов	до 240 мин

		конструкций и оборудования. Обычно используется в нефтегазовой промышленности и энергетике	
5.	Pitt-Char XP, PPG Industries	Двухкомпонентное, эластичное, эпоксидное огнезащитное покрытие со 100 % сухим остатком, используемое в нефтегазовой, химической, энергетической, транспортной и оборонной отраслях промышленности, которые потенциально сопряжены с серьезными рисками аварий, включая взрывы, углеводородный пожар и реактивную струю пламени. Совместимо с системами для защиты от криогенных проливов	до 180 мин
6.	ОГРАКС-СКЭ, УниХимТек	Двухкомпонентный материал на эпоксидной основе. Для крайне агрессивных сред. Возможна эксплуатация в условиях углеводородного пожара. Применяется для улучшения характеристик огнестойкости стальных конструкций в условиях открытой атмосферы при температуре от -60 до $+60$ °С. Устойчив ко всем видам атмосферных воздействий, в том числе, морского климата и агрессивным средам (масло, бензин)	до 120 мин
7.	Пламокор-5, ВМП	Атмосферостойкая органорастворимая эпоксидная композиция. Защита от углеводородного пожара и от коррозии металлоконструкций, эксплуатируемых в условиях всех типов атмосферы, в том числе в открытой промышленной атмосфере	до 120 мин
8.	Декотерм- Эпокси, Территория цвета	Двухкомпонентное огнезащитное покрытие на основе эпоксидных смол. Допускается наносить на предварительно загрунтованные металлические поверхности с температурой не ниже $+5$ °С. Может эксплуатироваться в условиях открытой промышленной атмосферы (без применения финишного покрытия)	до 150 мин
9.	Триофлейм EP 8800, ОЗ-Коутингс	Двухкомпонентный огнезащитный вспучивающийся состав на основе эпоксидной смолы и амин-амидного отвердителя. Предназначен для пассивной огнезащиты металлоконструкций различного функционального назначения промышленных объектов и объектов инфраструктуры в условиях целлюлозного и углеводородного пожаров. Диапазон температур эксплуатации получаемого покрытия от -60 °С до $+70$ °С. Применяется на опасных производственных объектах, где вероятно развитие пожара по углеводородной кривой.	до 120 мин

		Обеспечивает огнезащиту металлоконструкций, эксплуатируемых в суровых условиях (воздействие низких температур, агрессивных сред, повышенной влажности и т. д.)	
--	--	--	--

Исходя из данных табл. 2, можно сделать вывод о более низком уровне огнезащитной способности и других технических показателей огнезащитных материалов отечественного производства в условиях углеводородного горения, свойственного объектам нефтегазовой отрасли. В то же время иностранные огнезащитные составы, представленные в табл. 2, изначально создавались для применения на промышленных предприятиях и предназначались для защиты стальных конструк-

ций, трубопроводов и емкостей от последствий углеводородного пожара и горения (розлив и реактивная струя огня). Таким образом, вопрос разработки и совершенствования средств огнезащиты для климатических условий арктических районов, обусловленных сложностью проведения огнезащитных работ в условиях низких температур, воздействия агрессивных промышленных атмосфер и повышенной влажности остается весьма актуальным и востребованным.

Литература

1. Махутов Н. А. и др. Прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах нефтегазового комплекса и ликвидация последствий аварийных разливов нефтепродуктов в арктических климатических условиях // Арктика: экология и экономика. 2016. № 4 (24). С. 90–99.
2. ACIA. Arctic Climate Impact Assessment; Cambridge University Press: Cambridge. UK, 2005. 1072 p.
3. Gravit M., Shabunina D. Structural Fire Protection of Steel Structures in Arctic Conditions // Buildings. 2021. № 11(11). P. 499. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings11110499>
4. Пехотиков А. В., Павлов В. В. Средства огнезащиты для стальных конструкций, актуальные вопросы при их применении, оценка технико-эксплуатационных характеристик // Промышленные покрытия. 2015. № 5–6.
5. Акулов А. Ю. и др. Совершенствование методов и средств огнезащиты на основе термостойких минеральных заполнителей для металлических конструкций. Екатеринбург, 2015. 161 с.
6. Голованов В. И., Пехотиков А. В., Павлов В. В. Обзор рынка средств огнезащиты металлоконструкций. Преимущества и недостатки различных видов // Мат. Всерос. науч.-практ. конф. «Огнезащита XXI века». М., 2014.
7. Akaa O. et al. Optimising design decision-making for steel structures in fire using a hybrid analysis technique // Fire Saf. J. 2017. № 91. Pp. 532–541. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.03.018>
8. Dias Y., Mahendran M., Poologanathan K. Full-scale fire resistance tests of steel and plasterboard sheathed web-stiffened stud walls // Full length article. Thin-Walled Structures. 2019. Vol. 137. Pp. 81–93. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2018.12.027>
9. Cherkina V., Korolchenko D. Investigation of the fire resistance of panels of porous papercrete, containing expanded polystyrene gravel // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 4. Сер. "4th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, WMCAUS 2019 – Section 4" 2019. С. 052009.
10. Kim J. H., Baeg D. Y., Seo J. K. Numerical Investigation of Residual Strength of Steel Stiffened Panel Exposed to Hydrocarbon Fire. J. Ocean. Eng. Technol. 2021. № 35. Pp. 203–215.
11. Eremina T., Korolchenko D. Fire Protection of Building Constructions with the Use of Fire-Retardant Intumescent Compositions // Buildings. 2020. № 10: 185.
12. Головина Е. В., Беззапонная О. В., Акулов А. Ю. Методика оценки термостойкости огнезащитных составов интумесцентного типа для объектов нефтегазовой отрасли. Екатеринбург, 2020. 173 с.

References

1. Mahutov N. A. et al. Prognozirovanie vozniknoveniya chrezvychajnyh situacij na ob'ektah neftegazovogo kompleksa i likvidaciya posledstvij avarijnyh rozlivov nefteproduktov v arkticheskix klimaticheskix usloviyah // Arktika: ekologiya i ekonomika. 2016. № 4 (24). S. 90–99.
2. ACIA. Arctic Climate Impact Assessment; Cambridge University Press: Cambridge. UK, 2005. 1072 p.

3. Gravit M., Shabunina D. Structural Fire Protection of Steel Structures in Arctic Conditions // Buildings 2021. 11 (11). P. 499. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings11110499>
4. Pekhotikov A. V., Pavlov V. V. Sredstva ognезashchity dlya stal'nyh konstrukcij, aktual'nye voprosy pri ih primenenii, ocenka tekhniko-ekspluatacionnyh harakteristik // Promyshlennye pokrytiya. 2015. № 5–6.
5. Akulov A. Yu. et al. Sovershenstvovanie metodov i sredstv ognезashchity na osnove termostojkih mineral'nyh zapolnitelej dlya metallicheskih konstrukcij. Ekaterinburg, 2015. 161 s.
6. Golovanov V. I., Pekhotikov A. V., Pavlov V. V. Obzor rynka sredstv ognезashchity metallokonstrukcij. Preimushchestva i nedostatki razlichnyh vidov // Mat. Vseros. nauch.-prakt. konf. «Ognезashchita XXI veka». M., 2014.
7. Akaa O. et al. Optimising design decision-making for steel structures in fire using a hybrid analysis technique // Fire Saf. J. 2017. No. 91. Pp. 532–541. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.03.018>
8. Dias Y., Mahendran M., Poologanathan K. Full-scale fire resistance tests of steel and plasterboard sheathed web-stiffened stud walls // Full ength article. Thin-Walled Structures. 2019. Vol. 137. Pp. 81–93. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tws.2018.12.027>
9. Cherkina V., Korolchenko D. Investigation of the fire resistance of panels of porous papercrete, containing expanded polystyrene gravel // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 4. Ser. "4th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, WMCAUS 2019 – Section 4" 2019. C. 052009.
10. Kim J. H., Baeg D. Y., Seo J. K. Numerical Investigation of Residual Strength of Steel Stiffened Panel Exposed to Hydrocarbon Fire. J. Ocean. Eng. Technol. 2021. No. 35. Pp. 203–215.
11. Eremina T., Korolchenko D. Fire Protection of Building Constructions with the Use of Fire-Retardant Intumescent Compositions // Buildings. 2020. No. 10: 185.
12. Golovina E. V., Bezzaponnaya O. V., Akulov A. Yu. Metodika ocenki termostojkosti ognезashchitnyh sostavov intumescentnogo tipa dlya ob"ektov neftegazovoj otrasli. Ekaterinburg, 2020. 173 s.

УДК 654.924.5

borodin_ppa@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ БЕЗАДРЕСНОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ НОВЫХ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ**APPLICATION OF AN CONVENTIONAL FIRE ALARM SYSTEM IN THE CONTEXT OF NEW REGULATORY REQUIREMENTS**

*Бородин А.А.¹ кандидат технических наук,
Шнайдер А.В.¹ кандидат технических наук,
Максимова А. В.¹, Карасев Е. В.²*

*¹Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
²Главное управление МЧС России по Пермскому краю, Пермь*

*Borodin A.¹, Shnajder A.¹, Maksimova A.¹, Karasev E.²,
¹Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg
²Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia for the Perm Territory,
Perm*

В статье представлены результаты анализа новых нормативных требований к системам пожарной сигнализации. С введением в действие СП 484.1311500.2020 смягчились требования к определению минимального количества безадресных пожарных извещателей в помещении при реализации двухпорогового алгоритма формирования сигнала «Пожар» (алгоритм С). Фактически сложилась такая ситуация, что строгое выполнение действующих нормативных требований может привести к снижению вероятности безотказной работы системы пожарной сигнализации. Это возможно потому, что не все неисправности безадресных пожарных извещателей могут фиксироваться приемно-контрольными приборами. В подтверждение чего приводится перечень технических причин таких неисправностей. Действующими ранее нормативными требованиями предполагалась возможность применения безадресных пожарных извещателей с функцией самодиагностики, что позволяло снизить минимальное количество извещателей и в некоторых случаях оптимизировать затраты на систему пожарной сигнализации. В настоящее время такой возможности нормами не предполагается, что безосновательно сужает область применения безадресных пожарных извещателей с функцией самодиагностики. В заключении статьи сформулированы варианты повышения вероятности безотказной работы безадресных систем пожарной сигнализации при реализации двухпорогового алгоритма формирования сигнала «Пожар».

Ключевые слова: система пожарной сигнализации, безадресный пожарный извещатель, неисправность, функция самодиагностики.

The article presents the results of the analysis of new regulatory requirements for fire alarm systems. With the introduction of SP 484.1311500.2020, the requirements for determining the minimum number non-addressable fire detectors in a room when implementing the two-threshold algorithm for generating the "Fire" signal (algorithm C) have been relaxed. In fact, the situation is such that strict adherence to current regulatory requirements can lead to a decrease in the probability of trouble-free operation of the fire alarm system. This is possible because control panels can record not all malfunctions of non-addressable fire detectors. To confirm this, a list of technical causes of such malfunctions is given. The previous regulatory requirements assumed the possibility of using non-

addressable fire detectors with a self-diagnostic function, which made it possible to reduce the minimum number of detectors and, in some cases, optimize the cost of a fire alarm system. Currently, such a possibility is not assumed by the standards, which unreasonably narrows the scope of non-addressable fire detectors with a self-diagnosis function. In conclusion, the article formulates options for increasing the probability of trouble-free operation non-addressable fire alarm systems when implementing a two-threshold algorithm for generating the "Fire" signal.

Keywords: fire alarm system, non-addressable fire detector, failure occurrence, self-testing function.

В современном мире сложно представить здание или сооружение без пожарных извещателей (ПИ), которые обнаруживают опасные факторы пожара (задымлённость, температура и т. д.) на раннем этапе и, таким образом, позволяют обеспечить защиту жизни людей и материальных ценностей.

До недавнего времени основные требования к проектированию систем противопожарной защиты содержались в СП 5.13130.2009 [1], утверждённом и введённом приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 175. Однако не так давно, в 2020 г. основные требования, касающиеся систем пожарной сигнализации и аппаратуры управления установок пожаротушения, изменились в связи с утверждением и введением в действие нового СП 484.1311500.2020 [2] Приказом МЧС России от 31 июля 2020 г. № 582.

В связи с данным событием претерпели изменения и требования к пожарным извещателям, в том числе и к минимальному их количеству в помещении в зависимости от алгоритма принятия решения о пожаре.

В СП 5.13130.2009 [1] предусматривалось два алгоритма:

- алгоритм «ИЛИ» – однопороговый, с формированием сигнала «Пожар» при срабатывании одного и более автоматического ПИ;
- алгоритм «И» – двухпороговый, более достоверный, с формированием сигнала «Пожар» при срабатывании двух и более автоматических ПИ.

Пунктами 13.3.2, 13.3.3, а также 14.1 – 14.3 данного свода правил [1] определялось минимальное количество ПИ в помещении в зависимости от алгоритма. И при двухпороговом алгоритме в помещении требовалось минимум три неадресных ИП, либо два адресных или неадресных с функцией самодиагностики.

Наличие трех неадресных извещателей объясняется необходимостью резервирования для повышения надёжности системы пожарной сигнализации (СПС). Предполагается, что при отказе одного извещателя сигнал «Неисправность» на прибор приёмно-контрольный пожарный (ППКП) не формируется, но алгоритм «Пожар» все равно реализуется, так как есть еще два минимально необходимых для этого ПИ.

Минимальное количество можно сократить до двух, если применить немного более дорогостоящие ПИ с функцией самодиагностики, например, адресные извещатели или некоторые модификации неадресных, например, ИП 212-189 «Шмель» или ИП 212-90 «Один дома – 2». Предполагается, что в таком случае при отказе одного извещателя сигнал «Неисправность» на ППКП будет сформирован и дежурный персонал на неё отреагирует, устранив неисправность или вызвав обслуживающую организацию.

В разделе 6.4 СП 484.1311500.2020 [2] предусматривается три алгоритма:

- алгоритм А – однопороговый;
- алгоритм В – однопороговый, но с перезапросом сработавшего ПИ (линии связи со сработавшим ПИ);

– алгоритм С – двухпороговый.

И если требования к минимальному количеству извещателей для алгоритмов А и В аналогичны алгоритму «ИЛИ» в СП 5.13130.2009 [1], то для алгоритма С есть решающее отличие. А именно пунктом 6.6.2 [2] для алгоритма С требуется минимум два любых ПИ: как адресных, так безадресных.

Таким образом, новое требование к количеству извещателей для алгоритма С

является более мягким по отношению к ранее существующему для алгоритма «И», так как не предполагает резервирования ПИ на случай неисправности. А это снижает надёжность системы пожарной сигнализации и, соответственно, вероятность обнаружения пожара.

Выполним расчёт вероятности безотказной работы для двух вариантов упрощенной схемы СПС (рис. 1).

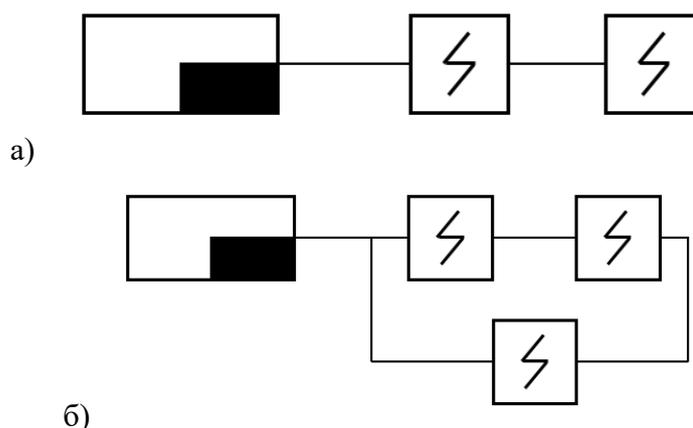


Рис. 1. Схемы безадресной СПС с двухпороговым алгоритмом:

а) по СП 484.1311500.2020 с двумя ПИ; б) по СП 5.13130.2009 с тремя ПИ

Выполним расчёт вероятности безотказной работы СПС на примере приёмно-контрольного прибора пожарного (ППКП) «Сигнал-20» и дымового ПИ

«ДИП-31» с вероятностями безотказной работы $P_{\text{ППКП}} = 0,97$ [3] и $P_{\text{ПИ}_n} = 0,98758$ [4] соответственно.

Для варианта на рис. 1а воспользуемся формулой расчёта последовательного соединения [5]:

$$P_{\text{СПС}} = P_{\text{ППКП}} \cdot P_{\text{ПИ}_1} \cdot P_{\text{ПИ}_2} = 0,946055.$$

Для варианта на рис. 1б воспользуемся формулой расчёта смешанного соединения [5]:

$$P_{\text{СПС}} = P_{\text{ППКП}} \cdot (1 - (1 - P_{\text{ПИ}_1} \cdot P_{\text{ПИ}_2}) \cdot (1 - P_{\text{ПИ}_3})) = 0,969703.$$

Результаты расчёта показывают, что при реализации требования СП 484.1311500.2020 для алгоритма С с двумя безадресными извещателями происходит снижение вероятности безотказной работы СПС.

Следует отметить, что в новом своде правил не делается никаких оговорок по аналогии с п. 13.3.3 и приложением Р

СП 5.13130.2009 [1] о вариантах применения безадресных ПИ с функцией самодиагностики, что фактически приравнивает их к стандартным извещателям. Раньше это было некой альтернативой, позволяющей уменьшить количество извещателей и оптимизировать затраты на СПС. Действительно, стоимость извещателя будет

больше, но суммарные затраты за счет снижения их общего количества – меньше. Это открывало производителям поле для совершенствования функций самодиагностики неадресных пожарных извещателей, на которые находились свои потребители. Теперь же такой необходимости просто нет.

Формальное выполнение требований СП 484.1311500.2020 [2] может привести к такой ситуации, что при неисправности одного из двух безадресных извещателей сигнал «Неисправность» может не поступить на ППКП. А при возникновении пожара срабатывание исправного извещателя сформирует только сигнал «Внимание». Дальнейшего сигнала «Пожар» в данном случае не будет, так как ППКП ждет срабатывания второго ПИ, согласно запрограммированному алгоритму С, которого не будет, пока опасные факторы пожара не выйдут за пределы помещения до ближайшего извещателя. А без сигнала «Пожар» автоматического включения системы оповещения, автоматической установки пожаротушения и прочего не наступит, что приведёт в лучшем случае к незначительным материальным потерям.

Описанный сценарий идет в разрез с логикой самого же СП 484.1311500.2020 [2], предполагающей защиту от единичной неисправности линий связи путем их резервирования и ужесточением требований к зонам контроля пожарной сигнализации. Но если учесть, что неисправность линий связи (обрыв и короткое замыкание) контролируется ППКП, то могут ли возникнуть другие, «тихие» неисправности самого пожарного извещателя, не фиксируемые приемно-контрольным прибором?

Проведя анализ различных источников [6 – 9] и используя собственный имеющийся опыт эксплуатации и испытаний дымовых пожарных извещателей, определили перечень «тихий» неисправностей пожарных извещателей и возможные причины:

1. *Медленное снижение уровня интенсивности излучения от светодиода*

дымового оптико-электронного ПИ. Причин может быть несколько: во-первых, запыление оптической системы извещателя.; во-вторых, старение светодиода; в-третьих, использование аэрозольных тестеров без последующей очистки линз оптопары (свето- и фотодиодов). В результате чего на линзе образуется пленка, снижающая светопроводимость.

2. *Резкое снижение уровня интенсивности излучения от светодиода или частичный отказ светодиода дымового оптико-электронного ПИ.* Причина – производственный брак или неправильная эксплуатация светодиодов.

3. *Полное пропадание излучения от светодиода дымового оптико-электронного ПИ.* Причина – выход из строя светодиода или питающего его импульсного генератора или формирователя импульсов.

4. *Полное пропадание сигнала на входе схемы обработки сигнала.* Причина – выход из строя фотоприёмника дымового оптико-электронного ПИ.

5. *Нарушение алгоритма обработки в приемном тракте.* Причина – программно-аппаратные ошибки, которые проявляются при высоких нагрузках на ППКП, а также неправильных настройках или из-за помех в подаче напряжения.

6. *Выход из строя цепей формирования выходного сигнала.* Причина – влияние наносекундных импульсных помех, электромагнитные помехи.

Таким образом, существует целый перечень причин разной вероятности, приводящих к «тихим» неисправностям безадресных пожарных извещателей и невыполнении СПС своей основной функции даже при условии соблюдения всех требований СП 484.1311500.2020 [2].

Следует отметить, что п. 6.4.4 СП 484.1311500.2020 [2] допускается формирование сигнала «Пожар» от одного безадресного извещателя при наличии неисправности в одной линии связи. Но готовы ли производители ППКП к реализации та-

кого нестандартного алгоритма? Это вопрос. Да и при наличии «тихой» неисправности по указанным выше причинам реализация даже этого требования не будет иметь смысла.

Подводя итог, сформулируем варианты, которые можно применить при разработке проектных решений СПС по согласованию с заказчиком, для обеспечения надежности безадресной СПС по алгоритму С:

1) применение третьего дополнительного безадресного извещателя без функции самодиагностики для защиты одного помещения (зоны контроля). При

этом первый извещатель – формирует сигнал «Внимание», второй – сигнал «Пожар», третий – является резервным на случай неисправности;

2) применение безадресных извещателей с функцией самодиагностики, которая позволит обнаружить неисправность, подать соответствующий сигнал на ППКП, своевременно ликвидировать проблему и обеспечить надёжность системы;

3) применение адресной СПС, что в совокупности с ужесточенными требованиями к зонам контроля и защите от единичной неисправности может являться оптимальным вариантом.

Литература

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
2. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования.
3. Сигнал-20. Руководство по эксплуатации. URL: <https://bit.ly/3oEiXuL>
4. ДИП-31. Руководство по эксплуатации. URL: <https://bit.ly/3IB3fbM>
5. Гилясов Б. И. и др. Стендовые ускоренные испытания технических систем на надежность. М., 2017. 74 с.
6. Неисправности пожарной сигнализации. URL: <https://bit.ly/3Gxe8cQ>
7. Какие бывают причины неисправности пожарных извещателей? URL: <https://bit.ly/33b9ORX>
8. Пивинская И. Пожарные извещатели: задачи и оценка выбора // БДИ. 2005. № 4 (61). С. 36–42.
9. Форум 0-1. URL: <https://bit.ly/3rYARdT>

References

1. SP 5.13130.2009. Fire protection systems. Fire alarm and fire extinguishing installations are automatic. Design rules and regulations.
2. SP 484.1311500.2020. Fire protection systems. Fire alarm systems and automation of fire protection systems. Design rules and regulations.
3. Signal-20. Manual. URL: <https://bit.ly/3oEiXuL>
4. DIP-31. Manual. URL: <https://bit.ly/3IB3fbM>
5. Gilyasov B. I. et al. Bench accelerated tests of technical systems for reliability. M., 2017. 74 p.
6. Fire alarm malfunctions. URL: <https://bit.ly/3Gxe8cQ>
7. What are the causes of failure of fire detectors? URL: <https://bit.ly/33b9ORX>
8. Pivinskaya I. Fire detectors: tasks and selection evaluation // BDI. 2005. No. 4 (61). Pp. 36–42.
9. Forum 0-1. URL: <https://bit.ly/3rYARdT>

УДК 614.842/.847

kaplanyana@mail.ru

**К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ
РЕШЕНИЯ**

**ON THE IMPROVEMENT OF FIRE SAFETY SUPERVISION IN THE TERRITORY
OF THE MUNICIPALITY: MAIN PROBLEMS AND SOLUTIONS**

*Каплан Я. Б., кандидат педагогических наук,
Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России,
Екатеринбург*

*Латыпов Р. Т., кандидат исторических наук,
Уральский государственный экономический университет,
Екатеринбург,*

*Ручкин А. В., кандидат социологических наук,
Уральский государственный аграрный университет,
Екатеринбург*

*Kaplan Ya.
Urals Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Ekaterinburg,
Latypov R.*

*Ural State University of Economics, Ekaterinburg,
Ruchkin A.
Ural State Agrarian University, Ekaterinburg*

В представленной статье проанализирована деятельность отдела надзорной деятельности и профилактической работы МО «город Екатеринбург» по обеспечению пожарной безопасности на территории муниципального образования с учетом предъявляемых требований по реализации контрольно-надзорной деятельности в рассматриваемой сфере. Авторами проведен обзор и анализ действующих нормативных правовых актов по рассматриваемой тематике, определены основные управленческие и организационные характеристики по полигону исследования. Определены основные организационно-правовые и материально-технические проблемы в деятельности отдела. На основе полученных данных выявлены проблемные точки работы с населением и юридическими лицами, требующими особого внимания в силу значительного количества правонарушений. Авторами анализируются как виды и количество контрольно-надзорных мероприятий в сфере пожарной безопасности, так и виды проводимых превентивных мероприятий, а также действий, реализуемых после факта наступления несоблюдения обязательных требований пожарной безопасности. В качестве основных методов исследования использованы статистический анализ, сравнение, ретроспективный анализ. Разработаны рекомендации, направленные на решение обозначенных проблем и разрешение противоречий (коллизий) законодательного характера. Авторы считают, что необходима актуализация нормативных правовых актов в области пожарной безопасности с разрешением их противоречий друг другу.

Ключевые слова: пожарная безопасность, надзорная и профилактическая деятельность, противопожарное состояние объектов, плановые и внеплановые проверки, объекты контроля, категории риска, риск-ориентированный подход, муниципальное образование.

The presented article analyzes the activities of the department of supervisory and preventive activities of Yekaterinburg Municipality on fire safety in the territory of municipal formation taking into account the requirements for implementation of control and supervisory activities in the area under consideration. Authors review and the analysis of operating standard legal acts in considered subjects, the basic administrative and organizational characteristics on a research range are defined. The basic organizational, legal and logistical problems in the activity of the department were determined. On the basis of the received data the problem points of work with the population, legal entities requiring special attention due to a significant number of offences were determined. The authors analyze both the types and number of control and supervisory measures in the sphere of fire safety, and the types of preventive measures taken, as well as actions implemented after the fact of non-compliance with mandatory fire safety requirements. Statistical analysis, comparison, retrospective analysis were used as the main methods of research. The recommendations aimed at solving the identified problems and resolving contradictions (conflicts) of legislative nature have been developed. The authors suppose that it is necessary to update normative acts in the field of fire safety with solution of their contradictions.

Keywords: fire safety, supervisory and preventive activities, fire state of objects, scheduled and unscheduled inspections, objects of control, risk categories, risk-oriented approach, municipality.

В области обеспечения пожарной безопасности постоянно повышается значение плановых и внеплановых проверок, качество которых обеспечивает объективную оценку противопожарного состояния объектов. Последовательно проводится работа по совершенствованию этой государственной функции посредством проведения проверок объектов органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций, индивидуальных предпринимателей на предмет их соответствия требованиям пожарной безопасности, с применением предусмотренных государством мер по пресечению и устранению нарушений требований пожарной безопасности [1].

Соблюдение законов в области пожарной безопасности осуществляют органы государственной власти, администрации муниципальных образований, руководители предприятий и учреждений. Должностные и юридические лица, индивидуальные предприниматели, не выполняющие требования законов РФ в области по-

жарной безопасности, несут дисциплинарную, гражданско-правовую, административную и уголовную ответственность [2].

21 декабря 2016 г. Советом при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам была утверждена программа «Реформа контрольной и надзорной деятельности» на 2017 – 2025 гг., которая осуществляется в отношении 46 видов государственного контроля (надзора) [3].

Проанализируем реализацию этой программы на примере деятельности отдела надзорной деятельности и профилактической работы МО «город Екатеринбург» управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Свердловской области (далее – ОНД).

ОНД является территориальным отделом управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Свердловской области и непосредственно подчиняется начальнику УНД. Начальник ОНД явля-

ется главным государственным инспектором г. Екатеринбурга по пожарному надзору и одновременно является начальником органа дознания. Заместители начальника являются заместителями главного государственного инспектора г. Екатеринбурга, в том числе заместителями начальника органа дознания, уполномоченными отдавать поручения о производстве дознания и неотложных следственных действий, осуществлять иные полномочия, предусмотренные УПК РФ. Все сотрудники отдела являются государственными инспекторами г. Екатеринбурга по пожарному надзору, которые вправе осуществлять свою деятельность на территории всего муниципального образования.

Служебная деятельность ОНД осуществляется в соответствии с планами, разрабатываемыми управлением надзорной деятельности Главного управления МЧС России по Свердловской области и годовыми планами отдела, а также с личными ежемесячными планами работы должностных лиц ОНД, составленными в соответствии с их должностными обязанностями. В отделе ведется постоянная работа по выявлению причин, факторов и условий, способствующих нарушению обязательных требований пожарной безопасности, определению способов устранения или снижения рисков их возникновения.

Результаты надзорной и профилактической работы подлежат обязательному внесению информации о проведении проверок и их результатов в федеральную государственную информационную систему «Единый реестр контрольных (надзорных) мероприятий», что предусмотрено Постановлением Правительства РФ от 16.04.2021 № 604 «Правила формирования и ведения единого реестра контрольных (надзорных) мероприятий». Единый реестр

контрольных (надзорных) мероприятий обеспечивает централизованный доступ и размещение в электронной форме информации о контрольных (надзорных) мероприятиях, о результатах их проведения и принятых мерах в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей. Методическая поддержка системы осуществляется Минэкономразвития РФ, оператором системы является Генеральная прокуратура РФ. Программой установлены конкретные сроки заполнения результатов проведения контрольных (надзорных) мероприятий и принятых мерах, нарушение которых ведет к представлению от прокуратуры.

В отделе надзорной деятельности и профилактической работы МО «город Екатеринбург» внедрен риск-ориентированный подход при проведении плановых и внеплановых проверок, введено заполнение проверочных листов при проведении мероприятий по контролю. Результаты надзорной деятельности вносятся в электронные базы ЕРКНМ, контроль которой осуществляет Генеральная прокуратура РФ и СПОиАП. Системно проводятся профилактические мероприятия по пресечению нарушений требований пожарной безопасности.

В 2019 г. на территории г. Екатеринбурга было 15296 объектов защиты (надзора), на которые сформированы электронные контрольно-наблюдательные дела. Если поделить это количество на количество государственных инспекторов отдела, то в среднем на каждого инспектора приходится по 306 объектов защиты (надзора). Распределение объектов защиты в территориальных отделениях ОНД МО «город Екатеринбург» представлено на рис. 1.

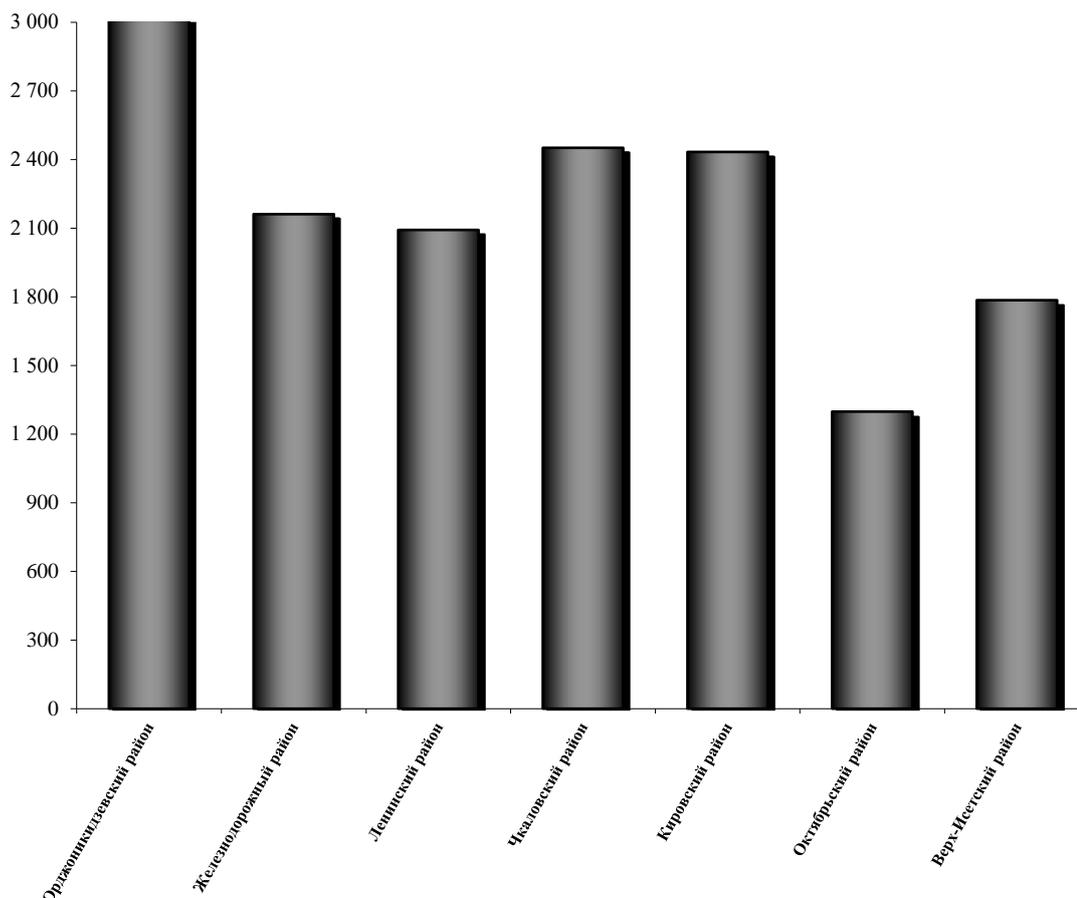


Рисунок 1 – Количество поднадзорных объектов защиты в районах г. Екатеринбурга

В соответствии со ст. 23 Федерального закона от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» контрольный (надзорный) орган при осуществлении государственного контроля (надзора) относит объекты контроля к одной из следующих категорий риска:

- чрезвычайно высокий риск;
- высокий риск;
- значительный риск;
- средний риск;
- умеренный риск;
- низкий риск.

Проведение плановых контрольных (надзорных) мероприятий осуществляется в зависимости от присвоенной категории риска со следующей периодичностью:

- для категории чрезвычайно

высокого риска – выездная проверка один раз в год;

- для категории высокого риска – выездная проверка один раз в два года;

- для категории значительного риска – выездная проверка один раз в три года;

- для категории среднего риска – инспекционный визит, рейдовый осмотр или выездная проверка не чаще чем один раз в пять лет;

- для категории умеренного риска – инспекционный визит, рейдовый осмотр или выездная проверка не чаще чем один раз в шесть лет.

В отношении объектов, отнесенных к категории низкого риска, плановые контрольные (надзорные) мероприятия не проводятся [4], вследствие чего снизилось

количество проводимых проверок.

В последние годы сделан упор на плановые проверки объектов высокого и чрезвычайно высокого риска. Все 15296 объектов защиты поделены на категории

риска: чрезвычайно высокий, высокий, значительный, средний, умеренный, низкий, что представлено на диаграмме (рис. 2).

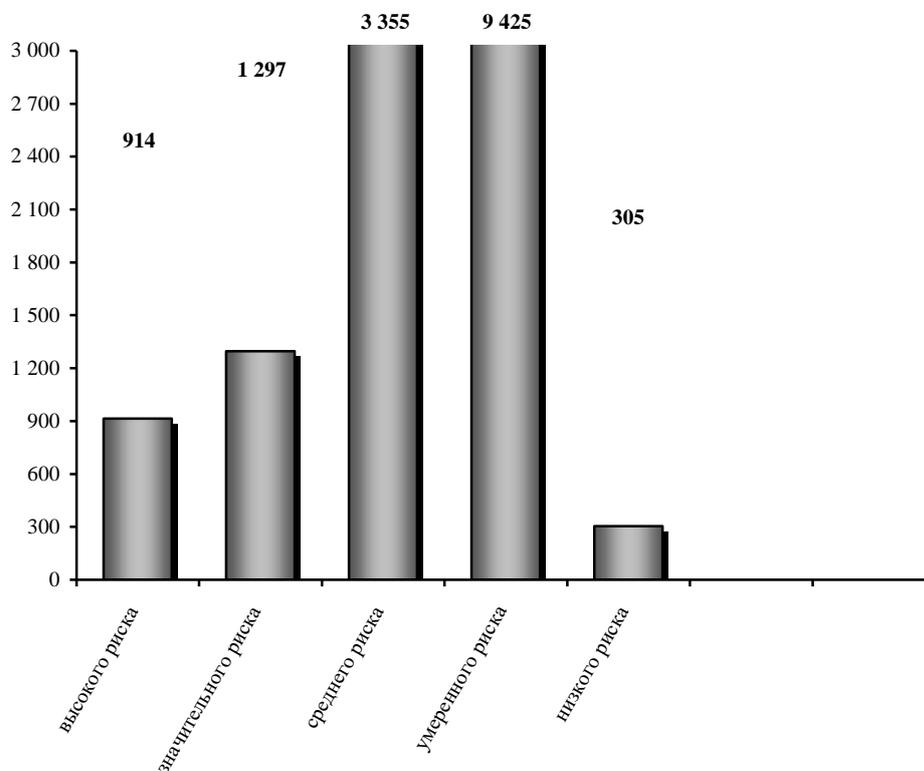


Рисунок 2. Деление объектов защиты в г. Екатеринбурге по категориям риска

Общее количество проверок противопожарного состояния, проведенных государственными инспекторами по пожарному надзору в г. Екатеринбурге составило:

- в 2016 г. – 2209, из них плановых 866, внеплановых 1343;
- в 2017 г. – 1359, их них плановых 377, внеплановых 982;
- в 2018 г.– 1678, из них плановых 257, внеплановых 1421;

– в 2019 г. – 1990, из них плановых 702, внеплановых 1288.

Снижение количества проверок в 2017 г. в 1,6 раза, по сравнению с 2016 г., обусловлено введением «надзорных каникул» для субъектов малого бизнеса и применением риск-ориентированного подхода при планировании проверок, представлено на диаграмме (рис. 3)..



Рисунок 3. Количество плановых и внеплановых проверок за 2016–2019 гг.

Организация государственного пожарного надзора на территории МО «город Екатеринбург» осуществляется на должном уровне. Обстановка с пожарами и их

последствиями за 2015–2019 гг. представлены на рис. 4, количество погибших и травмированных людей – на рис. 5.

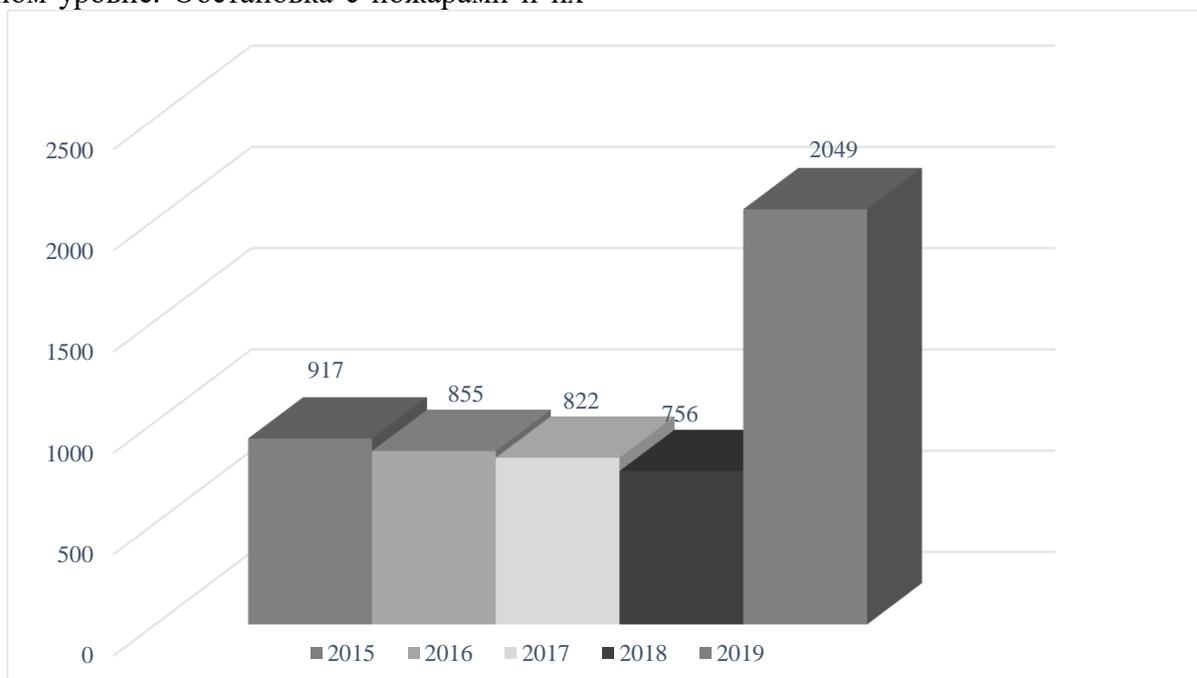


Рисунок 4. Обстановка с пожарами в МО «город Екатеринбург», (кол-во пожаров)

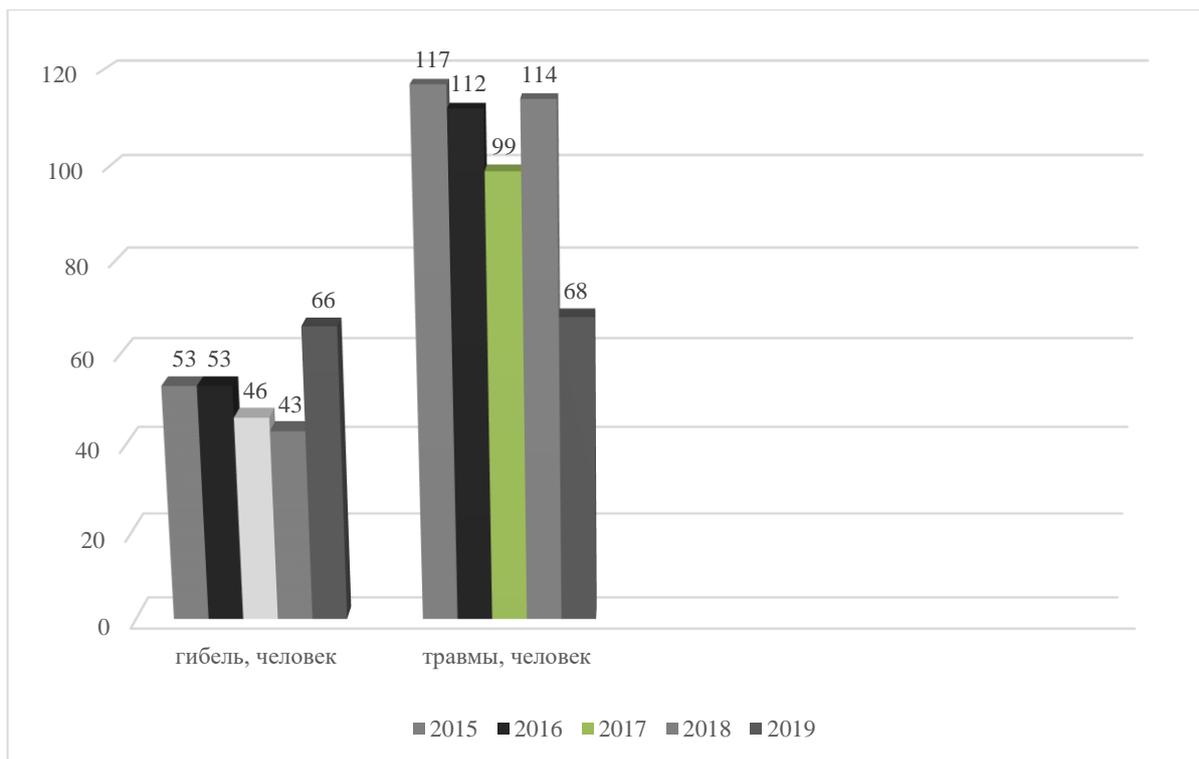


Рисунок 5. Динамика погибших и травмированных людей при пожарах, произошедших на территории МО «город Екатеринбург», (кол-во человек)

Таким образом, количество пожаров и погибших людей на пожарах с 2015 по 2018 гг. постоянно уменьшалось. В 2019 г. количество пожаров резко увеличилось, как и количество погибших людей, что определено изменениями в нормативной базе: в «Порядке учета пожаров и их последствий», утвержденного Приказом МЧС РФ от 21.11.2018 № 714. До 01.01.2019 статистика велась по пожарам и

загораниям. Приказ МЧС РФ от 21.11.2018 г. № 714 исключил понятие «загорание». Изменился также порядок учета погибших людей на пожаре: согласно п. 24 «Берутся на учет погибшие при пожаре люди, смерть которых наступила на месте пожара, или умершие от его последствий в течение 30 последующих суток» [5].

Рассмотрим пожары по местам возникновения в МО «город Екатеринбург».

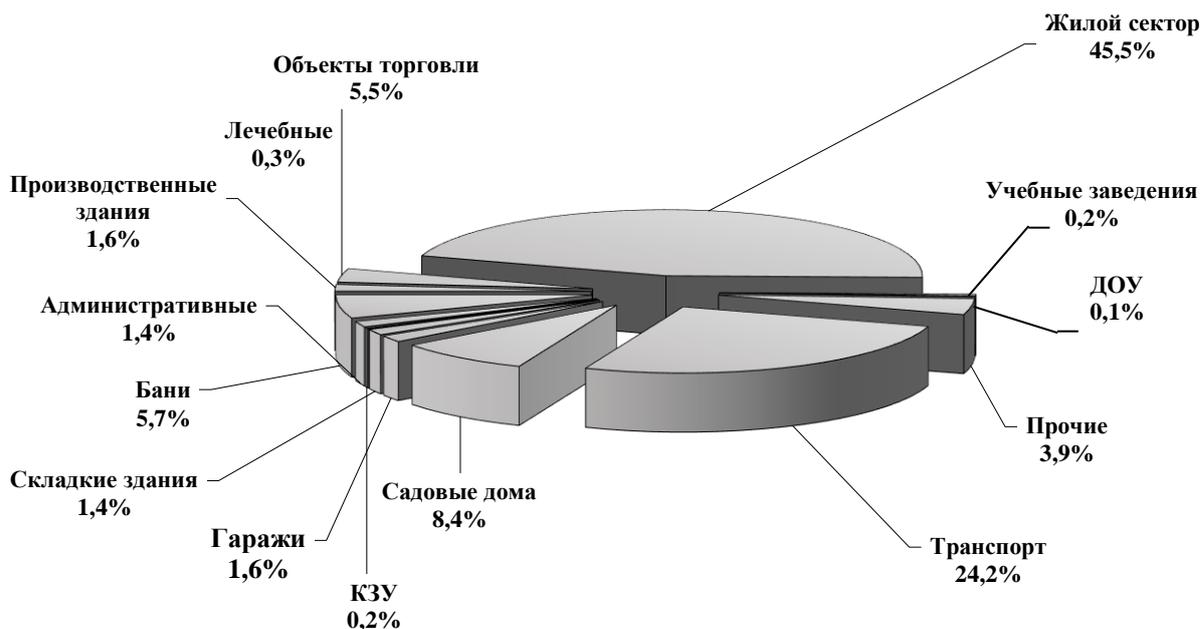


Рисунок 6. Места возникновения пожаров в МО «город Екатеринбург»
(в % соотношении)

Таким образом, наибольшее количество пожаров зарегистрировано в жилом секторе. Их доля от общего числа пожаров составила 45,5 %. Гибель людей при пожа-

рах в жилом секторе, от общего количества, составила 84,8 %, людей, получивших травмы – 74,7 %.

Рассмотрим распределение количества пожаров по основным причинам (рис.7).

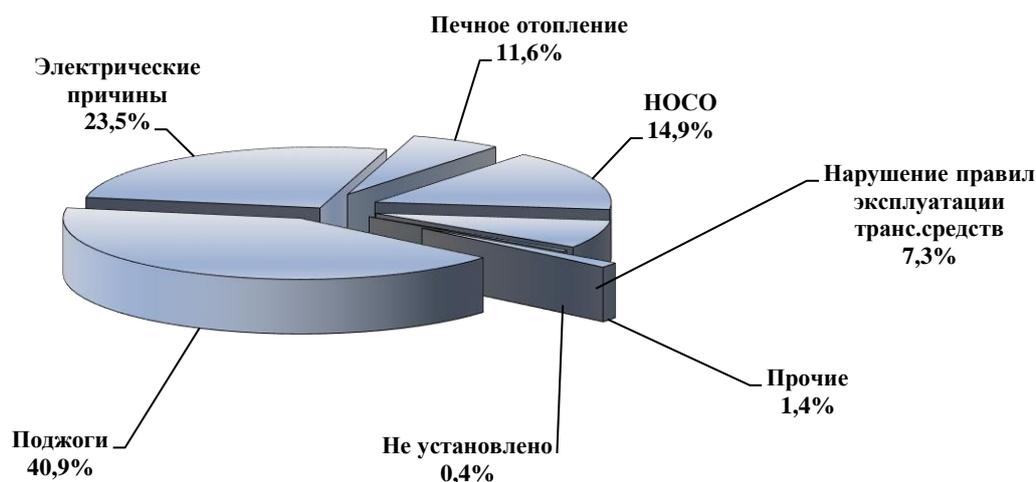


Рисунок 7. Распределение пожаров по основным причинам, %

На рис. 8 представлена административно-правовая деятельность отдела надзорной деятельности и профилактической работы МО «город Екатеринбург» за 2017-2019 гг.

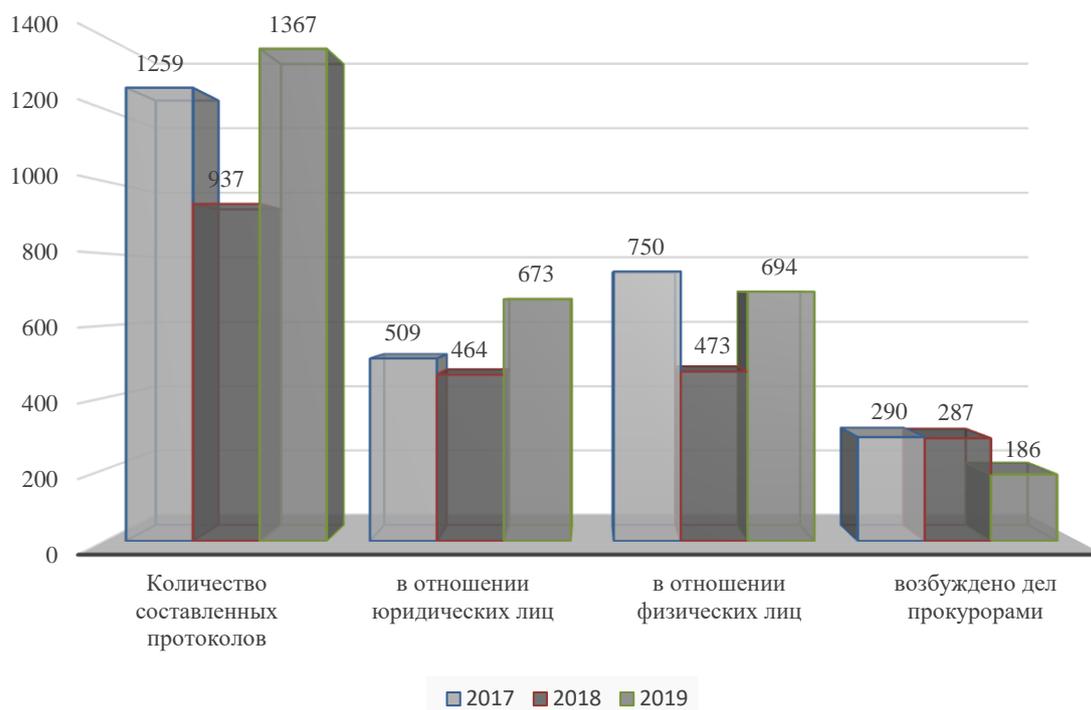


Рисунок 8. Динамика возбужденных дел об административных правонарушениях, протоколов

В целях стабилизации обстановки с пожарами и гибелью людей при пожарах сотрудниками ОНД ежегодно осуществляется следующая работа:

- утверждается и согласовывается комплексный межведомственный план заинтересованных ведомств и организаций по профилактике гибели и травмирования детей при пожарах;

- главам районных администраций систематически направляются информационные письма о произошедших пожарах. Информация о пожарах размещается на сайтах администраций, в социальных сетях и на сайте *онд-екатеринбург.рф*.

Рейды по муниципальному жилому фонду проходят ежедневно в рамках операции «Жилье», в которых задействован весь личный состав отделений. В рейдах также участвуют сотрудники заинтересованных ведомств и организаций: отделы полиции, управления социальной защиты населения, газовые службы, курсанты и студенты Уальский институт ГПС МЧС России, ВДПО и др.

Проводимая сотрудниками ОНД работа и профилактические мероприятия освещаются на телевидении. В печатных изданиях размещаются заметки, на радио – сообщения. В 2019 г. в социальных сетях и на сайтах районных администраций о профилактических мероприятиях было размещено 3890 материалов. У отдела надзорной деятельности имеется свой информационный сайт *онд-екатеринбург.рф*, в котором размещена информация о деятельности отдела, рекомендации населению, памятки, информация о пожарах. Организовано транслирование видео, аудиобесед по пожарной безопасности в местах массового скопления людей (ТРЦ, кинотеатры, рынки и т. д.). Постоянно проводятся мероприятия с детьми в детских садах и в школах (конкурсы, викторины, эстафеты), организуются экскурсии в пожарные части. В образовательных учреждениях создано 79 дружин юных пожарных численностью 845 человек.

Важной составляющей инспекторской работы является административная

практика, то есть принятые меры по результатам контрольных (надзорных) мероприятий. В 2019 г. произошло увеличение показателей, что объясняется завершением «надзорных каникул» для субъектов малого бизнеса.

За 2017–2019 гг. по результатам агитационно-пропагандистской деятельности

ОНДиПР МО «город Екатеринбург» в ходе проведения мероприятий по контролю увеличилось количество лиц, обученных на объектах. В то же время уменьшилось число проводимых рейдов в жилом секторе и обученных лиц, что обусловлено, прежде всего, уменьшением количества инспекторов.

Таблица 1

Анализ показателей агитационно-пропагандистской деятельности

	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Обучено в жилье, чел.	44563	43754	40613
Вручено памяток, шт.	44563	65143	40613
Совместные рейды	110	108	77
Количество внештатных инструкторов	68	70	74
Обучено на объектах в ходе мероприятий по контролю, чел.	42681	44766	48405
Тренировки по эвакуации	826	964	568
Сюжеты на телевидении	47	49	38
Мероприятия с детьми (конкурсы, викторины) /охват человек	398/24367	405/25750	428/33642

С 2015 г. на сайте отдела *онд-екатеринбург.рф* граждане онлайн могут заполнить заявления на проведение обследования с целью получения заключения или на отзыв заявления. В 2019 г. сотрудниками отдела надзорной деятельности рассмотрено 358 заявлений о выдаче заключений о соответствии объектов защиты требованиям пожарной безопасности, выдано 261 положительное заключение о соответствии, 6 – отрицательных.

Проанализируем основные вопросы, возникающие при рассмотрении дел в судах об административных правонарушениях в области пожарной безопасности:

1. Проблемы доказательства вины правонарушителей в судебных процессах, что связано с применяемой нормативной базой, часть которой имеет рекомендательный характер.

2. Отсутствие квалифицированной юридической помощи в судебных процессах.

3. Правомерность возвращения материалов административных дел из судов различной инстанции по причине неполноты представленных материалов, которая не может быть восполнена при рассмотрении дела.

4. Отмена постановлений об административных правонарушениях в судах по малозначительности нарушений, при этом количество и серьезность нарушений требований пожарной безопасности (ТПБ) не подвергается никаким сомнениям.

5. Разграничение полномочий в области ответственности за нарушение обязательных ТПБ между собственником, арендатором (субарендатором) и учредителем.

6. Проблема привлечения юридического лица к административной ответственности, если юридическое лицо зарегистрировано в другом городе, районе или регионе. Например, в каком-либо районе г. Екатеринбурга находится только офис, руководитель юридического лица постоянно находится в другом городе, а руководство всей фирмой, в том числе тот, кто

«уполномочен», находятся в другом регионе. В этом случае заказные письма с уведомлением возвращаются, так как получатель не явился, а с работниками офиса такие вопросы не решаются. Возникает вопрос: как в протоколе поставить отметку, что лицо надлежащим образом уведомлено?

7. За несвоевременную оплату штрафов по ст. 20.25 КоАП РФ административные протоколы не составляются, так как суды не рассматривают эти протоколы без привода лица, в отношении которого составлен протокол, а должностные лица государственного пожарного надзора такими полномочиями не наделены.

8. Отсутствует общая электронная база, позволяющая отслеживать своевременную оплату штрафов за нарушение требований пожарной безопасности по номеру постановления.

Основными проблемами материально-технического обеспечения отдела надзорной деятельности являются: недостаточное количество оргтехники и мебели, не решен вопрос обеспеченности сотрудников канцелярскими товарами и бумагой в необходимом количестве. В отделениях более трех лет не работает телефонная связь, в том числе аппараты факсимильной связи. Граждане и представители организаций имеют возможность получить необходимую информацию только на сайте городского отдела надзорной деятельности. Инспекторы для связи с представителями организаций и гражданами пользуются личными сотовыми телефонами, оплачивая услуги сотовой связи самостоятельно. В Главном управлении МЧС России по Свердловской области имеется FTP – перечень баз и банков данных специального программного обеспечения, находящихся на учете в Фонде алгоритмов и программ ГОЧС МЧС России, однако в территориальных отделениях он не работает.

МО «город Екатеринбург» включает г. Екатеринбург и 18 сельских насе-

лённых пунктов, административно подчиненных внутригородским районам (16 посёлков и 2 села) общей площадью 1147 квадратных километров. Расстояние от отдела или отделений надзорной деятельности до отдаленных территорий составляет более 30 километров. Для осуществления мероприятий по надзору, проведения профилактических мероприятий, а также дознания по пожарам (выезд на пожары осуществляется в любое время суток) инспекторам необходим автотранспорт. На балансе отдела числится девять автомобилей, шесть из которых находятся в неисправном состоянии. Средний возраст имеющихся автомобилей составляет более 10 лет, их основная часть поступила в отдел в 2007–2008 гг. Значительный износ имеющейся автомобильной техники привел к тому, что в работоспособном состоянии находятся только три автомобиля, для которых выделяется 22 литра бензина в месяц, что составляет 12 % от необходимой потребности. Поэтому инспекторы вынуждены осуществлять выезд на личном транспорте, который заправляют бензином за собственные средства.

В 2012 г., когда был образован отдел надзорной деятельности, согласно штатному расписанию, его численность составляла 95 человек. В 2019 г. штатная численность отдела составляла 59 человек, следовательно, произошло сокращение численности в 1,6 раза. Однако количество служебных обязанностей государственных инспекторов не уменьшилось, а только возросло: ведение электронной базы в СПОиАП, заполнение ЕРКНМ и проверочных листов, увеличение мероприятий профилактического характера. Следовательно, нагрузка на каждого инспектора значительно увеличилась.

Увеличение количества профилактических мероприятий, необходимость заполнения нескольких электронных баз, участие в качестве специалистов на проверках, организуемых прокуратурой, участие в судебных заседаниях и в территори-

альных комиссиях актуализирует необходимость увеличения штатов личного состава отделений.

В 2015 г. произошло понижение предельных званий по занимаемым должностям: заместитель начальника отдела ранее подполковник, сейчас – майор; старший инспектор, ранее майор, сейчас – капитан; инспектор – ранее капитан, сейчас – старший лейтенант. Также исключили должности главных специалистов, которые ранее осуществляли нормативно-техническую работу. Сотрудников с должностей главных специалистов перевели на должности старших инспекторов, а тех, соответственно, на должности инспекторов, что привело к значительному снижению денежного содержания и тех и других.

Итоги исполнения государственной функции по надзору, а также проведение всех профилактических мероприятий вносятся в электронную базу СПОиАП. Однако распоряжением заместителя Министра МЧС России от 10.01.2018 № 5 «О развитии единой информационной среды надзорных органов МЧС России» методическое сопровождение было передано в Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. С этого времени фактически прекратилась работа по поддержанию данного программного обеспечения в актуальном состоянии, прекращено непосредственное общение между разработчиками данной программы и инспекторами территориальных органов на специализированном форуме. Также возникает проблема в дублировании вводимой информации в две различные электронные базы – это СПОиАП и ЕРКНМ. Для рационального использования служебного времени инспекторского состава необходимо разработать систему импорта/экспорта вводимой информации из одной базы в другую. Еще одной значительной проблемой при ведении электронных баз является недостаточная обеспеченность подразделений оргтехникой. В настоящее время возраст существующей оргтехники в отделе превышает 10 лет, и она уже выработала свой ресурс.

Строительство многофункциональных комплексов, развлекательных центров повлекло дополнительные проблемы в области пожарной безопасности. Такие комплексы представляют собой объекты (или несколько объектов) недвижимости, сочетающих в себе помещения двух или более эксплуатационных назначений (магазины, офисные площади, развлекательные заведения), где нередко могут быть объединены коммерческие и жилые функции. Комплексы характеризуются большой площадью (более 1000 кв. м.) и сложными объемно-планировочными решениями. Как показывает статистика, пожары в таких зданиях сложные и характеризуются большой площадью пожара, задымлением, а учитывая значительное количество находящихся в таком здании людей, являются еще и резонансными.

Ранее в случае выявления на объекте нарушений требований пожарной безопасности, способных привести к возникновению пожара и гибели людей, возбуждалось в отношении данного объекта дело об административном правонарушении и направлялось для рассмотрения в районный суд. В части 5 ст. 20.4 КоАП РФ предусматривалось наказание – приостановление деятельности на срок до 90 суток. Однако часть 5 ст. 20.4 КоАП РФ была отменена, а часть 1 ст. 20.4 КоАП РФ не предусматривает такого наказания.

Как показал анализ обстановки с пожарами на территории г. Екатеринбурга, наибольшее количество пожаров происходит в жилье. Основной проблемой, с которой сталкиваются пожарные при выезде к месту пожара – это сложность, а иногда и невозможность подъехать из-за установленных вокруг жилых зданий заборов, ограждений, а также неправильно припаркованных автомобилей. Проезд шириной не менее 3,5 метра необходим пожарному автомобилю для маневрирования и установки на гидрант для бесперебойной подачи воды. Часто в ходе тушения пожара, в зависимости от сложившейся и часто меня-

ющейся ситуации, возникает необходимость ротации специальной техники, её разворот и выезд. Чтобы спасти людей из многоэтажных зданий, необходима установка подъемной спасательной техники в надежном устойчивом состоянии. Для работы автолестницы с выдвинутыми аутригерами необходимо 6,5 м. Зачастую спасение жизни людей возможно только в первые минуты пожара, а пожарные теряют время на преодоление препятствий при подъезде к зданию.

Решать вопросы по профилактике нарушений обязательных требований пожарной безопасности должен в рамках своей компетенции государственный пожарный надзор. Должностные лица органов ГПН организуют и проводят мероприятия по контролю за исполнением нормативных правовых актов Российской Федерации органами власти, организациями и гражданами на объектах защиты и (или) территориях, используемых ими. И здесь возникает дилемма для государственного инспектора по пожарному надзору: ни в одном действующем нормативном документе нет требований пожарной безопасности к построенным зданиям по количеству подъездов, ширине проездов и расстоянию от внутреннего края проезда до стены здания.

24 июня 2013 г. введен в действие СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распростра-

нения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям», но этот свод правил применяется при проектировании и строительстве вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений в части принятия объемно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих ограничение распространения пожара. А как быть со зданиями, построенными ранее?

Актуализируется проблема повышения качества администрирования контрольно-надзорных функций с целью уменьшения числа смертельных случаев, пострадавших и травмированных по контролируемым видам рисков при пожарах; увеличение процента охвата потенциальных нарушителей обязательных требований, представляющих непосредственную угрозу причинения вреда жизни и здоровью людей.

Система обеспечения пожарной безопасности должна основываться не только на работе государственных структур, но и на взаимодействии с населением, которое должно научиться соблюдению элементарных правил пожарной безопасности в быту и на производстве, соответствующих действий при возникновении пожара. Количество пожаров и их трагические последствия можно уменьшить благодаря совместным усилиям, грамотным, четким и слаженным действиям, как граждан, так и пожарных.

Литература

1. Козлачков В. И. и др. Государственный пожарный надзор. Ч. 1. М., 2009. 170 с.
2. О пожарной безопасности: федер. закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ // КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru>
3. Паспорт приоритетной программы «Реформа контрольной и надзорной деятельности» // Правительство России: сайт. URL: <http://www/government.ru>
4. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 (ред. от 09.10.2019) // КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru>
5. Об утверждении порядка учета пожаров и их последствий: приказ МЧС России от 21.11.2018 № 714 (в ред. от 08.10.2018) // КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru>

References

1. Kozlachkov V. I. et al. Gosudarstvennyj pozharnej nadzor. CHast' 1. M., 2009. 170 p.
2. O pozharnej bezopasnosti: feder. zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ // Konsul'tantPlyus. URL: <http://www.consultant.ru>

3. Pasport prioritetnoj programmy «Reforma kontrol'noj i nadzornoj deyatel'nosti» // Pravitel'stvo Rossii.
URL: <http://www.government.ru>

4. O federal'nom gosudarstvennom pozharom nadzore: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 12.04.2012 № 290 (red. ot 09.10.2019) // Konsul'tantPlyus. URL: <http://www.consultant.ru>

5. Ob utverzhdenii poryadka ucheta pozharov i ih posledstvij: prikaz MCHS Rossii ot 21.11.2018 № 714 (v red. ot 08.10.2018) // Konsul'tantPlyus. URL: <http://www.consultant.ru>

УДК 614.84

kate.kuleshova98@gmail.com

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА**FIRE SAFETY OF CATALYTIC REFORMING**

*Аксенов С. Г., доктор экономических наук, профессор,
Яппаров Р. М., кандидат экономических наук, доцент,*

Кулешова Е. Ю.,

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа

*Aksenov S., Yapparov R., Kuleshova E.,
Ufa State Aviation Technical University, Ufa*

В статье представлен теоретический анализ пожарной безопасности каталитического риформинга; используются методы теоретического анализа, систематизации и обобщения; рассмотрены основные факторы, оказывающие воздействие на пожарную безопасность при установках каталитического риформинга. Определено, что на современном производстве по нефтепереработке необходимо использование методов по управлению режимами каталитического риформинга. Это связано с оценкой пожарной опасности горючих веществ в газообразном и жидком состоянии. Перечислены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в цехах с установкой каталитического риформинга.

Ключевые слова: пожарная безопасность, каталитический риформинг, нефтеперерабатывающие предприятия, высокооктановый бензин, нефтехимическая промышленность, катализат.

The purpose of the article is a theoretical analysis of the fire safety of catalytic reforming. The article uses methods of theoretical analysis, systematization and generalization. The paper considers the main factors affecting fire safety in catalytic reforming installations. It is determined that in modern oil refining production it is necessary to use methods to control the modes of catalytic reforming. This is due to the assessment of the fire hazard of combustible substances in the gaseous and liquid state. The measures to ensure fire safety in workshops with the installation of catalytic reforming are listed.

Keywords: fire safety, catalytic reforming, oil refineries, high-octane gasoline, petrochemical industry, catalyze.

Данная статья посвящена теоретическому анализу и обобщению современных исследований по проблемам пожарной безопасности каталитического риформинга. Полученные в ходе исследования результаты статьи могут быть полезны всем, кто интересуется пожарной безопасностью каталитического риформинга.

В настоящее время получение высококачественного бензина вызвано стремительным ростом автомобильной и технической промышленности. Используемый

бензин характеризуется содержанием высокооктанового компонента, а также водосодержащего газа [7]. Добыча горючего осуществляется с помощью каталитического риформинга. С помощью риформинга осуществляется облагораживание бензина, выражающееся в детонационной стойкости.

Процесс каталитического риформинга в нефтедобыче начали использовать в 40-х гг. XX в. Данная технология применяется на всех нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях и в

настоящее время. Производство бензина выступает основным направлением развития нефтяной сферы.

В связи с высокой потребительской ценностью высокооктанового бензина отмечается рост его производства, что, соответственно, определяет введение новых требований к качеству нефтяного продукта, а также норм безопасности процесса его добычи. Специалисты занимаются исследованием новых технологий, оборудования, повышения эффективности производства, обеспечением пожарной безопасности, разработкой стандартов. Все это в совокупности должно обеспечивать создание необходимых условий для производства высококачественного горючего [6].

Производство высокооктановых автомобильных бензинов осуществляется с помощью использования установки каталитического риформинга, позволяющего получать стабильный катализат. Процесс риформинга выглядит следующим образом:

1) на первом этапе происходит ароматизация исходного сырья (получение ароматических углеводородов);

2) на втором этапе – изомеризация углеводородов;

3) на третьем этапе наблюдается гидрокрекинг углеводородов.

Все перечисленные реакции обеспечивают повышение октанового числа в бензине [4].

Чаще всего реакторный блок каталитического риформинга представляет собой систему реакторов, последовательно соединенных между собой, в процессе действия которых осуществляется дегидрирование нафтеновых углеводородов с дальнейшим высвобождением ароматических углеводородов. Последние насыщают бензин высокооктановыми компонентами, что делает его высококачественным горючим сырьем.

Каталитический риформинг осуществляется при температуре 480–520 °С, что предполагает жесткую регламентацию

соблюдения правил безопасности на производстве [5].

На современном производстве по нефтепереработке используют методы по управлению режимами каталитического риформинга. Методология направлена на использование вычислительных процедур, основанных на алгоритме расчета регулируемого показателя качества по замерам основных параметров.

Определяющим фактором для определения способа в управлении режимами регуляции каталитического риформинга является выбор критерия. После чего осуществляется расчет управляющих воздействий веществ и оценка степени их влияния на измеряемые показатели [8].

Известны такие критерии:

– максимальное повышение выхода высокооктанового бензина с соблюдением требуемого качества;

– корректировка средней повышенной температуры вычислительного профиля теплового режима на входе для получения заданного октанового числа у катализата (для этого используется современная система оперативной оптимизации);

– применение методов математической статистики для определения точности октанового числа катализата.

Большинство предприятий по нефтедобыче относят к опасным промышленным объектам, для которых разработаны специальные требования по обеспечению пожарной и промышленной безопасности. Данные объекты характеризуются наличием горючих жидкостей, воспламеняющихся газов, токсичных и высокотоксичных веществ, которые подвергаются технологической обработке в процессе производства.

Для разграничения нефтяных объектов по классам опасности существует ряд классификаций, основная цель которых заключается в разработке специальных требований по соблюдению безопас-

ности на всех этапах производства: от проектирования до осуществления контроля со стороны контролирующих органов.

Аварийные ситуации и пожары на нефтеперерабатывающих предприятиях, чаще всего, случаются из-за не выявленных вовремя неисправностей технологического оборудования, электроустановок, защитных приборов, а также от неправильного обращения с огнем и не соблюдения персоналом правил пожарной безопасности в ситуациях возгорания [2].

Выделяют факторы, оказывающие влияние на повышение пожаровзрывобезопасности на нефтяных предприятиях [9]:

- высокая концентрация нефтепродуктов, их предрасположенность к возгоранию, взрывам, что ведет к загрязнению окружающей среды;

- высокий уровень потенциальных опасностей, приводящих к материальным и персональным потерям;

- тенденция к опережению развития производственных мощностей по сравнению с совершенствованием системы мероприятий по природной охране;

- наличие трудноутилизируемых промышленных отходов, получаемых в процессе переработки нефти и нефтепродуктов;

- производство различных сортов нефти, сопровождающееся усложнением технологических процессов без совершенствования системы безопасности;

- высокая энергонасыщенность предприятий по добыче и переработке нефти;

- появление единичных мощностей промышленных аппаратов, в которых отмечается повышенный рост технологических процессов, таких как температура, давление, наличие пожаровзрывоопасных веществ, вплоть до критических показателей.

Для установки каталитического риформинга определяют наиболее вероятные ситуации, способные привести к нарушению пожарной безопасности:

- взрыв парогазового облака, образованного в процессе разгерметизации технологического оборудования;

- пожар, имеющий форму огненного шара, произошедший при мгновенном разрушении технологического блока с содержанием углеводородов в нагретом состоянии;

- пожар пролива, произошедший в процессе разгерметизации технологического аппарата, в котором содержатся углеводороды в жидком состоянии, имеющие температуру горения выше температуры, соответствующей окружающей среды [11].

Для мониторинга по оценке пожарной опасности горючих веществ в газообразном и жидком состоянии изучаются такие показатели, как расстояние распространения пламени, теплота горения, температура воспламенения, температура самовоспламенения и температура вспышки.

К основным параметрам технологического режима установки каталитического риформинга относят давление и температуру. Выделяют разные значения данных параметров, характерные для различных типов аппаратов. Однако все они имеют общую тенденцию к использованию в процессе переработки нефти и нефтяных продуктов высоких температур и давления, что повышает вероятность развития пожаров и аварийных ситуаций [10].

Применение в нефтеперерабатывающей промышленности высокоинтенсивных технологий привело к формированию новых требований по обеспечению пожарной безопасности в данной области [1]. Рассмотрим основные из них:

- равномерное и сбалансированное распределение производственной нагрузки на аппараты, реакторы и блоки, которые отвечают за обеспечение энергетических потоков;

- использование современных методов и технологий для абсолютной утилизации пожаро-взрывоопасных веществ, с целью минимизации попадания их отходов в окружающую среду;

– обеспечение высокой надежности функционирования производственных мощностей, целью которого является минимизация аварийных ситуаций с вероятностью выбросов токсичных веществ в атмосферу;

– соблюдение техники безопасности на уровне организации работы каждого реактора, каждого блока и всей системы в целом [12].

Для предупреждения ситуаций превышения критических показателей технологического процесса, в работе каталитического риформинга используются расчеты, оценки, систематизированные отчеты по сравнению имеющихся показателей и допустимых значений [3].

С целью минимизации ситуаций возгорания на нефтепромышленных предприятиях система пожаровзрывоопасности учитывает все потенциальные опасности и

обеспечивается инструментами для предотвращения пожаров и взрывов, ликвидации аварийных ситуаций и организацией мероприятий по пожаровзрывозащите.

Одним из способов обеспечения пожарной безопасности в цехах с установкой каталитического риформинга являются информационные системы по оценке состояния противопожарной защиты. Такая система включает множество компонентов: мероприятия по пожарной безопасности, управление пожарной охраной посредством программного обеспечения и автоматизированных процессов, техническое оборудование, вычислительные сети, специальные инструменты, документацию. Применение таких систем позволит минимизировать материальные и человеческие потери, а также более эффективно производить контроль состояния технического оборудования.

Литература

1. Абросимов А. А., Топольский Н. Г., Федоров А. В. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. М., 2015. 239 с.
2. Бакиров И. К. Разработка метода оценки пожарных рисков твердых горючих веществ и материалов на производственных и складских объектах // Пожаровзрывобезопасность. 2017. № 9, Т. 20. С. 35–41.
3. Белозеров В. В. Модели и алгоритмы автоматизации пожаровзрывоопасных поточно-транспортных систем: дис. ... канд. тех. наук. М., 2017. 132 с.
4. Галеев А. Д., Поникаров С. И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах. Казань, 2017. 152 с.
5. Глаголева О. Ф., Капустин В. М. Первичная переработка нефти. Технология переработки нефти. Часть первая. М., 2017. 400 с.
6. Кравцов А. В., Ивашкина Е. Н., Юрьев Е. М. Теоретические основы каталитических процессов переработки нефти и газа. Томск, 2018. 144 с.
7. Маткулова Л. Ф., Мусина А. Р., Осипова А. Г. Моделирование и оптимизация химико-технологических установок // Теория и практика массообменных процессов химической технологии (Марушкинские чтения): сб. науч. тр. по мат. V Междунар. науч. конф. Уфа, 2016. С. 156.
8. Умергалин Т. Г., Исакова З. М. Компьютерное моделирование и оптимизация производственных технологических установок // Известия ЮФУ. Технические науки. 2015. № 1 (45). С. 43–44.
9. Хасан М. А., Самсонова В. А., Хусниязов М. Х. Определение факторов оценки соответствия предприятий нефтепродуктообеспечения требованиям промышленной безопасности // Нефтегазовое дело. 2016. № 1. С. 214–220.
10. Хасан М. А., Самсонова В. А., Хусниязов М. Х. Оценка соответствия предприятий первичной переработки нефти требованиям нормативной документации в области промышленной безопасности // Мировое сообщество: проблемы и пути решения. 2017. № 31. С. 35–39.
11. Хусниязов М. Х., Попков В. Ф., Руднев Н. А. Взрывоопасность установок нефтепереработки. Уфа, 2018. 124 с.
12. Ямалиева К. Д. Информационная система для оценки состояния противопожарной защиты установки нефтехимического производства. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-dlya-otsenki-sostoyaniya-protivopozharnoy-zaschity-ustanovki-neftehimicheskogo-proizvodstva> (дата обращения: 24.03.2022).

References

1. Abrosimov A. A., Topolskii N. G., Fedorov A. V. Avtomatizirovannye sistemy pozharovzrybezopasnosti neftepererabatyvaiushchikh proizvodstv. M., 2015. 239 s.
2. Bakirov I. K. Razrabotka metoda otsenki pozharnykh riskov tverdykh goriuchikh veshchestv i materialov na proizvodstvennykh i skladskikh ob'ektakh // Pozharovzrybezopasnost. 2017. № 9, T. 20. S. 35–41.
3. Belozеров V. V. Modeli i algoritmy avtomatizatsii pozharovzryvoopasnykh potочно-transportnykh sistem: dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2017. 132 s.
4. Galeev A. D., Ponikarov S. I. Analiz riska avarii na opasnykh proizvodstvennykh ob'ektakh. Kazan, 2017. 152 s.
5. Glagoleva O. F., Kapustin V. M. Pervichnaia pererabotka nefti Tekhnologiya pererabotki nefti. Chast pervaya. M., 2017. 400 s.
6. Kravtsov A. V., Ivashkina E. N., Iurev E. M. Teoreticheskie osnovy kataliticheskikh protsessov pererabotki nefti i gaza. Tomsk, 2018. 144 s.
7. Matkulova L. F., Musina A. R., Osipova A. G. Modelirovanie i optimizatsiia khimiko-tekhnologicheskikh ustanovok // Teoriia i praktika massobmennyykh protsessov khimicheskoi tekhnologii (Marushkinskiye chteniia). Ufa, 2016. S. 156.
8. Umergalin T. G., Iskakova Z. M. Kompiuternoe modelirovanie i optimizatsiia proizvodstvennykh tekhnologicheskikh ustanovok // Izvestiia IuFU. Tekhnicheskie nauki. 2015. № 1 (45). S. 43–44.
9. Khasan M. A., Samsonova V. A., Khusniyarov M. Kh. Opredelenie faktorov otsenki sootvetstviia predpriatii nefteproduktobespecheniia trebovaniyam promyshlennoi bezopasnosti // Neftegazovoe delo. 2016. № 1. S. 214–220.
10. Khasan M. A., Samsonova V. A., Khusniyarov M. Kh. Otsenka sootvetstviia predpriatii pervichnoi pererabotki nefti trebovaniyam normativnoi dokumentatsii v oblasti promyshlennoi bezopasnosti // Mirovoe soobshchestvo: problemy i puti resheniia. 2017. № 31. S. 35–39.
11. Khusniyarov M. Kh., Popkov V. F., Rudnev N. A. Vzryvoopasnost ustanovok neftepererabotki. Ufa, 2018. 124 s.
12. Iamalieva K. D. Informatsionnaia sistema dlia otsenki sostoiianiia protivopozharnoi zashchity ustanovki neftekhimicheskogo proizvodstva. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-dlya-otsenki-sostoyaniya-protivopozharnoy-zashchity-ustanovki-neftehimicheskogo-proizvodstva> (data obrashcheniia: 24.03.2022).

УДК 614.841.12

zeusmas@yandex.ru

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ ТОПЛИВНО-
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА**

**DETERMINATION OF THE REQUIRED FIRE RESISTANCE LIMITS OF
BUILDING STRUCTURES OF FUEL AND ENERGY COMPLEX FACILITIES**

*Калач А. В., доктор химических наук, профессор,
Брюхов Е. Н., кандидат педагогических наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
Клементьев Б. А.,
ООО «Арктик СПГ 2», Москва*

*Kalach A., Bryukhov E.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia.
Klementiev B.,
ООО «Arctic LNG 2», Moscow*

На практике реализован метод определения требуемых пределов огнестойкости, основанный на вероятностном подходе – на сравнении расчетного времени эвакуации / времени спасения персонала при пожаре на объекте (ТЭК) и требуемого предела огнестойкости строительных конструкций с учетом допустимого риска, установленного в части 3 ст. 93 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Ключевые слова: вероятностный подход, предел огнестойкости, время эвакуации, пассивная противопожарная защита, время спасения, огнестойкость, требования пожарной безопасности, строительные конструкции.

In practice, a method has been implemented for determining the required fire resistance limits, based on a probabilistic approach – on comparing the estimated time of evacuation / rescue time for personnel in case of a fire at a fuel and energy complex (FEC) facility and the fire resistance limit of building structures, as well as on the right of the owner of a hazardous production facility to risk their own property subject to mandatory compliance with the requirements of part 3 of article 93 of the Federal Law № 123-FZ dated July 22, 2008 «Technical Regulations on Fire Safety Requirements».

Keywords: probability approach, fire resistance rating, evacuation time, passive fire protection, rescue time, fire-resistance, fire safety regulations, building structural.

При разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в рамках подготовки проектной документации для объектов нефтегазового комплекса одна из главных задач, которые необходимо решить, – это определение требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций зданий и сооружений. Одним из таких подходов является методология зон воздействия пожара и разделе-

ния технологического оборудования на категории – вероятности возникновения пожара: высокой, средней, низкой, нулевой. В некоторых стандартах международных нефтегазовых компаний к категории высокой вероятности возникновения пожара относится оборудование (аппараты), содержащее легковоспламеняющиеся и горючие жидкости или сжиженный газ, в достаточном количестве для образования пролива жидкости, и способного гореть в течение

времени, при котором возможен риск разрушения оборудования и строительных конструкций.

К такому оборудованию может относиться статическое оборудование: теплообменники, аппараты воздушного охлаждения, технологические сосуды, емкости

и аппараты, колонны, печи с огневым подогревом – и другое аналогичное оборудование, содержащие более 5 тонн ЛВЖ, ГЖ и/или ГГ. В качестве примера в табл. 1 приведены критерии объемов ЛВЖ, ГЖ и /или ГГ крупных нефтегазовых компаний, принимаемые при расчетах пределов огнестойкости.

*Таблица 1
Требования стандартов зарубежных компаний по объему углеводородов в технологическом оборудовании*

№	Нефтегазовая компания	Объем углеводородов
1	Shell	5 т
2	Petronas	5 т
3	Petroleo De Venezuela	5 т
4	Total	5 м ³
5	Chevron	3,8 м ³
6	Ямал СПГ	5 т
7	Арктик СПГ 2	5 т

В Российской Федерации требования к определению пределов огнестойкости реализованы на основании детерминированных значений, указанных в нормативных документах по пожарной безопасности [1–6] и др. При этом для подтверждения принимаемых пределов огнестойкости в случае отсутствия нормативных требований к объектам проектирования, а именно при разработке специальных технических условий по пожарной безопасности допускается руководствоваться методикой вероятностного подхода, реализованной в ГОСТ Р 12.3.047–2012. В работе [7] вероятностный подход основан на сравнении распределений случайных величин эквивалентной продолжительности пожара и значений пределов огнестойкости. Указанная методика не нашла широкого практического применения на стадии проектирования в связи с отсутствием крупномасштабных исследований и достаточности исходных данных для проведения таких расчетов.

В исследовании [8] авторы проводят сравнительный анализ требований России и США [9] к огнестойкости строительных конструкций нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов и предлагают

реализовать комплексный подход к пассивной противопожарной защите – от разработки философии огнезащиты объекта и определения мест нанесения огнезащитных составов до требуемых пределов огнестойкости конструкций. Для реализации данного подхода необходимо внесение изменений в действующие своды правил или/и разработка новых документов, учитывая, что в настоящее время в российских нормативных документах по пожарной безопасности [2–6] философия огнестойкости основывается на детерминированных значениях.

Предложенный в работе [10] метод вероятностного определения требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций объектов нефтяной и газовой промышленности, основанный, на концепции, реализованной в [11; 12] представляет собой перспективный подход, в котором сравниваются распределения случайных величин – времени эвакуации/спасения людей при пожаре и требуемые пределы огнестойкости. Условие безопасности вероятностного подхода в работе [10] предлагается принять в виде соотношения параметров x_1 и x_2 :

$$x_1 < x_2, (1)$$

где x_1 – расчетное время эвакуации или время спасения;
 x_2 – предел огнестойкости.

Качественная интерпретация условий (1) представлена на рис.

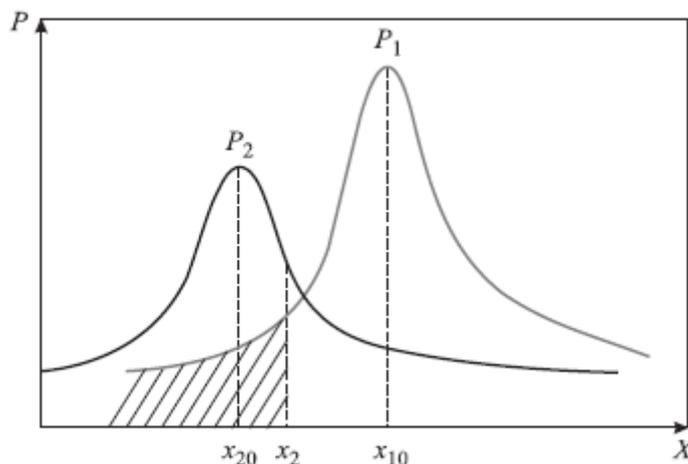


Рисунок. Качественная интерпретация условий безопасности эвакуации: P_1 , P_2 – графики функций плотности вероятностей для рассматриваемых распределений; x_{10} , x_{20} – центры распределений. Площадь заштрихованной области численно равна вероятности выполнения условий (1) при заданном значении x_2

Следует отметить, что применение методики расчёта требуемых пределов огнестойкости, основанной на вероятностном подходе, исходя из условий безопасной эвакуации или безопасного спасения, невозможно, из-за отсутствия крупномасштабных испытаний по определению дисперсий времени спасения и эвакуации.

В связи с чем с целью возможности реализации предложенного вероятностного подхода было организовано и проведено экспериментальное исследование процессов эвакуации и спасения с производственных моделей технологических линий действующего завода по сжижению природного газа (завод СПГ), расположенного на Крайнем Севере. По результатам исследований были определены скорости движения эвакуирующихся и спасателей с условными пострадавшими (немобильными) с технологической линии завода СПГ, которые изложены в работе [13].

Полученные данные полномасштабного эксперимента были применены в рамках разработки проектной документации для определения требуемых пределов огнестой-

кости строительных конструкций производственных модулей технологических линий завода по сжижению природного газа с использованием методологии, предлагаемой в работе [10].

Необходимо отметить, что для определения требуемых пределов огнестойкости было использовано время спасения, которое существенно превышает расчетное время эвакуации персонала с технологической линии завода СПГ.

Результаты соответствующих расчетов по определению требуемых пределов огнестойкости представлены ниже, в табл. 2 с учетом времени спасения (личным составом пожарного подразделения) персонала при пожаре равным 1924 с. Требуемые пределы огнестойкости были определены без учета влияния автоматических установок пожаротушения, при этом в работе [9] отмечается, что с целью обеспечения огнестойкости и устойчивости строительных конструкций при пожаре возможно использование систем водяного орошения, что успешно реализуется на международных нефтегазовых проектах во всем мире.

Таблица 2

Результаты расчетов требуемых пределов огнестойкости верхних строений рассматриваемого объекта, в зависимости от заданной величины надежности строительных конструкций при пожаре и величины r – отношение среднеквадратичного отклонения требуемого предела огнестойкости к величине требуемого предела огнестойкости

r	Q_0				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
0,05	37	42	46	49	52
0,1	39	46	52	58	64
0,15	41	52	64	77	95
0,2	44	62	87	128	221

Принимая заданную надежность строительных конструкций Q_0 равной 10^{-4} в соответствии с таблицей Р1 ГОСТ Р 12.3.047–2012, а отношение отклонения предела огнестойкости к его целевой номинальной величине не превышающей 0,1 ($r = 0,1$), исходя из рекомендаций производителей огнезащитных покрытий, по табл. 1 находим, что требуемый предел огнестойкости составляет 58 мин. Используя классификацию п. 1 ст. 35 Федерального закона [1] принимаем требуемый предел огнестойкости конструкций равным 60 мин. Данный вывод справедлив и в случае, если пределы огнестойкости некоторых конструкций превышают величину требуемого предела, увеличенного на 10 % (т. е. 66 мин).

Таким образом, полученные результаты были использованы в рамках разработки специальных технических условий

по пожарной безопасности при проектировании завода СПГ в части определения требуемых пределов огнестойкости для несущих конструкций технологическихэтажек и конструкций, для определения требуемых пределов огнестойкости несущих конструкций, обеспечивающих устойчивость и геометрическую неизменяемость сооружений, расположенных на расстоянии по горизонтали менее 30 м от стендеров отгрузки СПГ; противопожарных преград, разделяющих открытые трансформаторы; противопожарных экранов, разделяющих на эстакадах технологические трубопроводы; преград, разделяющих кабели и трубопроводы противопожарного водоснабжения, кабелей систем противоаварийной и противопожарной защиты.

Литература

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
3. СП 231.1311500.2015. Обустройство нефтяных и газовых месторождений. Требования пожарной безопасности.
4. СП 240.1311500.2015. Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности.
5. СП 326.1311500.2017. Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности.
6. ВУПП-88. Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
7. ГОСТ Р 12.3.047–2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
8. Клементьев Б. А., Калач А. В., Порхачев М. Ю. Сравнительный анализ нормативных требований к огнестойкости строительных конструкций предприятий нефтегазового комплекса в России и США //

Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации: сб. мат. Дней науки с междунар. уч. Екатеринбург, 2021. С. 106–112.

9. RD 7874-7:2003. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Probabilistic risk assessment. London, BSI. 2003.

10. Шебеко Ю. Н., Шебеко А. Ю., Гилетич А. Н. Методы определения требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций производственных объектов // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 22, № 11. С. 51–57.

11. Присадков В. И. Надежность строительных конструкций при пожаре // Огнестойкость строительных конструкций: сб. тр. М., 1986. С. 70–73.

12. Присадков В. И. Разработка методов выбора рациональных систем противопожарной защиты промышленных зданий: дис. ... д-ра техн. наук. М., 1990. 290 с.

13. Лагозин А. Ю. и др. Экспериментальное исследование процессов эвакуации и спасения людей при пожаре с этажерки технологической линии газоперерабатывающего завода // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 6. С. 69–74.

References

1. Federal'ny` zakon ot 22 iuliia 2008 g. №123-FZ «Tekhnicheskii` reglament o trebovaniiax pozharnoi` bezopasnosti».

2. SP 4.13130.2013. Sistemy` protivopozharnoi` zashchity`. Ogranichenie rasprostraneniia pozhara na ob`ektakh zashchity`. Trebovaniia k ob`emno-planirovochny`m i konstruktivny`m resheniiam.

3. SP 231.1311500.2015. Obustroistvo neftianny`kh i gazovy`kh mestorozhdenii`. Trebovaniia pozharnoi` bezopasnosti.

4. SP 240.1311500.2015. KHranilishcha szhizhennogo prirodnogo gaza. Trebovaniia pozharnoi` bezopasnosti.

5. SP 326.1311500.2017. Ob`ekty` malotonnazhnogo proizvodstva i potrebleniia szhizhennogo prirodnogo gaza. Trebovaniia pozharnoi` bezopasnosti.

6. VUPP-88. Vedomstvenny`e ukazaniia po protivopozharnomu proektirovaniu predpriatii`, zdaniu` I sooruzhenii` neftepererabatyvaiushchei` i neftehimicheskoi` promy`shlennosti.

7. GOST R 12.3.047–2012. SSBT. Pozharnaia bezopasnost` tekhnologicheskikh protsessov. Obshchie trebovaniia. Metody` kontroliia.

8. Clement`ev B. A., Kalach A. V., Porhachev M. Iu. Sravnitel`ny`i` analiz normativny`kh trebovaniu` k ognestoi`kosti stroitel`ny`kh konstruktsii` predpriatii` neftegazovogo kompleksa v Rossii i SSHA // Aktual`nye` problemy` obespecheniia bezopasnosti v Rossiiskoi` Federatsii. 2021. S. 106–112.

9. RD 7874-7:2003. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Probabilistic risk assessment. London, BSI. 2003.

10. Shebeko Iu. N., Shebeko A. Iu., Giletich A. N. Metody` opredeleniia trebuemy`kh predelov ognestoi`kosti stroitel`ny`kh konstruktsii` proizvodstvenny`kh ob`ektov // Pozharovzryvbezopasnost`. 2018. T. 22, № 11. S. 51–57.

11. Prasadkov V. I. Nadezhnost` stroitel`ny`kh konstruktsii` pri pozhare // Ognestoi`kost` stroitel`ny`kh konstruktsii`: sb. tr. M., 1986. S. 70–73.

12. Prasadkov V. I. Razrabotka metodov vy`bora ratsional`ny`kh sistem protivopozharnoi` zashchity` promy`shlenny`kh zdaniu`: dis. ... d-ra tekhn. nauk. M., 1990. 290 s.

13. Lagozin A. Iu. et al. E`ksperimental`noe issledovanie protsessov e`vakuatsii i spaseniia liudei` pri pozhare s e`tazherki tekhnologicheskoi` linii gazopererabatyvaiushchego zavoda // Bezopasnost` truda v promy`shlennosti. 2021. № 6. S. 69–74.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ НА ПРИМЕРЕ ПТС «ПРОФИ-270М»**STUDY OF THE PROBLEM OF TRANSPORTING BREATHING APPARATUS WITH COMPRESSED AIR PTS "PROFI-270M"**

*Хабибуллина Н. В., кандидат сельскохозяйственных наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Хабибуллин И. А.,*

Главное управление МЧС России по Свердловской области, Екатеринбург,

*Головина Е. В., кандидат технических наук,
Лазарев И. С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,*

*Опарин И. Д., кандидат экономических наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Khabibullina N.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg
Khabibullin I.,
Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations
of Russia for the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg
Golovina E., Lazarev I., Oparin I.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg*

Статья посвящена актуальной проблеме транспортировки дыхательных аппаратов со сжатым воздухом (далее – ДАСВ) в двухбаллонном исполнении на место пожара. Изучен опыт решения вопроса транспортировки ДАСВ подразделениями пожарной охраны Архангельской области. Проведён анализ, рынка изолирующих аппаратов на сжатом воздухе. По данным выполненного анализа сделан вывод о том, что отечественные фирмы-производители дыхательных аппаратов могут составить конкуренцию фирмам с мировым именем, таким как Dräger. Указаны основные производственные характеристики дыхательных аппаратов фирмы АО «ПТС» и его модификации ПТС «Профи-270М». Представлена информация о наиболее вероятных неисправностях дыхательных аппаратов при их использовании при отрицательных температурах окружающей среды. Подробно описан процесс изготовления стеллажа с использованием подручного материала для перевозки ДАСВ в двухбаллонном исполнении для основных и специальных пожарных автомобилей Екатеринбургского пожарно-спасательного гарнизона. Рассмотрен мировой опыт транспортировки ДАСВ. Предложено несколько вариантов решения рассматриваемой проблемы на первоначальной стадии конструирования основных и специальных пожарных автомобилей.

Ключевые слова: дыхательные аппараты со сжатым воздухом, средства индивидуальной защиты органов дыхания, сжатый воздух, транспортировка ДАСВ, неисправности работы ДАСВ при отрицательных температурах.

The article is devoted to the current problem of transportation of breathing apparatus with compressed air (hereinafter referred to as SCBA) in a two-cylinder design to the place of fire. The experience of solving the issue of transporting DASW on their own by colleagues from the Arkhangelsk region was reviewed. An analysis was made of the market

for insulating compressed air devices. Based on the analysis performed, it can be concluded that domestic manufacturers of breathing apparatus can compete with world-famous companies such as Dräger. The main production characteristics of the breathing apparatus of JSC "PTS" and its modification PTS "Profi-270M" are indicated. The information about the most probable malfunctions of breathing apparatuses when they are used at negative ambient temperatures is presented. The main attention in the material of the article is given to the solution of an actual problem. The process of manufacturing a rack, using improvised material, for the transportation of a double-cylinder fire extinguisher for the main and special fire trucks of the Yekaterinburg fire and rescue garrison is described in detail. At the end of the article, the world experience of DAS transportation is considered. Several options for solving the problem under consideration at the initial stage of designing the main and special fire trucks are proposed.

Keywords: breathing apparatus with compressed air, means of individual respiratory protection, compressed air, transportation of AHES, malfunctions of AHES at low temperatures.

С момента включения дыхательных аппаратов со сжатым воздухом в нормы положенности для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 г., вопрос транспортировки данных аппаратов стоит достаточно остро, т. к. штатные места часто не позволяют осуществить транспортировку ДАСВ к месту пожара. Решение данного вопроса необходимо на стадии проектирования основных и специальных пожарных автомобилей. Сегодня данный вопрос решается исключительно на местах, силами личного состава пожарно-спасательных частей в целях организации бесперебойной деятельности пожарной охраны. Таким образом, целью работы является поиск оптимального варианта решения указанной проблемы. Для достижения цели требуется решение следующих задач:

- анализ рынка производителей и тактико-технических характеристик ДАСВ в двухбаллонном исполнении;
- исследование возможных неисправностей при эксплуатации в условиях отрицательных температур окружающей среды;
- предложение возможных способов транспортировки ДАСВ в двухбаллонном исполнении.

Научная новизна представленного исследования сводится к совершенствованию методов обеспечения безопасности при эксплуатации транспортных средств

во время доставки звеньев ГДЗС к месту пожара.

Еще в 80-е гг. лабораторией газодымозащитной службы, созданной на базе ВНИИПО МВД СССР, проводилось обширное исследование СИЗОД. В результате исследования было обосновано, что основным СИЗОД в пожарной охране должен стать дыхательный аппарат со сжатым воздухом [4]. С тех пор ДАСВы начали набирать популярность и на сегодня дыхательные аппараты со сжатым воздухом – наиболее распространённые средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения пожарных от вредного воздействия непригодной для дыхания среды при тушении пожаров в зданиях, сооружениях и на производственных объектах различных отраслей народного хозяйства, а также при выполнении аварийно-спасательных работ.

По принципу защитного действия ДАСВы относятся к изолирующим средствам индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). Изолирующие СИЗОД обеспечивают наиболее универсальную защиту органов дыхания. Они могут применяться в условиях недостатка кислорода или чрезвычайной загазованности, а также при неустановленном составе загрязняющих воздух примесей.

Современный рынок производства, ДАСВ составляют такие известные фирмы как АО «Кампо», АО «ПТС» (Россия);

НПО Респиратор, ДЗГА (Украина); Sabre Safety Limited, Siebe Gorman & Co. Ltd., Racal Health & Safety Limited (Великобритания); Dräger Sicherheitstechnik GmbH, Auergesellschaft GmbH (Германия); ArSiMa (Дания); Faser S.A. (Польша); Interspiro (Швеция); Survivair, Comminhes Remco (обе – Basou Groupe, Франция); Scott Aviation Co, MSA (США).

Ряд зарубежных фирм специализируются на выпуске высокопрочных и легковесных композитных воздушных баллонов, рассчитанных на рабочее давление 300 атм и на давление разрушения до 450 атм. К числу таких фирм относятся: EFIC Limited (Великобритания), EFI Corporation (США), Luxfer Gas Cylinders (Великобритания), Siebe Gorman & Co. Ltd. (Великобритания) [1].

Так, в рамках прошедшего в 2019 году Международного салона «Комплексная безопасность» множество компаний-производителей продемонстрировали актуальные образцы средств индивидуальной защиты и спасения людей на пожаре. Каталог ДАСВ состоял из представителей отечественных и зарубежных фирм-изготовителей СИЗОД, таких как АО «ПТС», Dräger Safety и многих других [5; 7].

В свою очередь отечественные фирмы-производители с каждым днем становятся все более конкурентоспособными на мировом рынке изолирующих аппаратов на сжатом воздухе. Большой сегмент отечественных моделей обеспечивается за счет опциональной компоновки классического устройства дыхательного аппарата.

Так АО «ПТС» представляет дыхательный аппарат со сжатым воздухом ПТС «Профи-270М», разработанный с использованием современных технологий. Особенностью данного аппарата является его модификация в двухбаллонном исполнении, подразумевающая использование одновременно двух баллонов, что увеличивает время защитного действия при легочной вентиляции 30 дм³/мин и температуре окружающей среды +25 °С в два раза, что составляет 120 минут. Фактическое же

время защитного действия зависит от тяжести выполняемой работы и условий окружающей среды.

ДАСВ не теряет своих производственных характеристик при работе в условиях с температурой окружающей среды от –40 °С до +60 °С. Он сохраняет свои технические параметры после нахождения в атмосфере с температурой 200 °С в течение 60 с.

Наличие избыточной влаги в сжатом воздухе оказывает разрушительное воздействие на аппараты и подвергает риску жизнь работающих в них пожарных-спасателей. Конденсат в сжатом воздухе может нанести вред и привести к кратковременному или долговременному выходу из строя узлов ДАСВ.

В случае использования ДАСВ при температуре окружающей среды –25 °С и ниже возрастает вероятность повреждения составных частей аппарата. В качестве примеров возможных неисправностей можно указать следующее:

- «залипание» мембранного легочного автомата, при котором становится невозможным поступление воздуха в подмасочное пространство либо его поступление в недостаточном количестве для полноценного цикла дыхания;

- замерзание разъемов и штуцеров на шлангах высокого и редуцированного давления, что приводит к невозможности подключения спасательного устройства либо к ненадежному соединению с воздухопроводной спасательной системой ДАСВ, что, в свою очередь, обеспечивает потерю большого объема воздуха и снижение защитного действия в целом;

- замерзание запорной арматуры (вентилей) баллонов, что может привести к потере воздуха из емкости и общему отказу ДАСВ;

- замерзание корпуса редуктора, что может привести к нестабильной его работе по снижению давления до предельного уровня.

Таким образом, изменение свойства сжатого воздуха в зависимости от температуры окружающей среды является весьма важным фактором при эксплуатации ДАСВ в условиях отрицательных температур окружающей среды.

В случае несоблюдения условия транспортировки при отрицательных температурах окружающей среды, возможен отказ ДАСВ, что может повлечь невыполнение основной боевой задачи в непригодной для дыхания среде и подвергнуть опасности жизнь и здоровье пожарных и пострадавших, а также привести к нештатным ситуациям. Принимая во внимание указанные недостатки, при отрицательных температурах окружающей среды, целесообразней размещать, транспортировать ДАСВ к месту реагирования подразделения, с учетом поддержания температурного режима выше 0 °С.

Учитывая все вышеизложенное становится понятно, что вопрос транспортировки двухбаллонных аппаратов стоит достаточно остро и пока решается исключительно в частном порядке.

Для транспортировки ДАСВ в неотапливаемых пространствах машины, таких как отсеки для перевозки ПТВ, необходимо предусматривать систему дополнительного отопления. Решается данный вопрос путем установки автономного воздушного отопителя либо дополнительного контура штатной системы охлаждения двигателя и отопления салона. Так же возможно рассмотреть вопрос о возможности размещения аппаратов в максимально теплом нештатном месте пожарной машины. Решение проблемы по размещению ДАСВ, описанное ниже, актуально в тех случаях, когда при проектировании пожарных автомобилей заводом–изготовителем не предусмотрено стационарное место размещения ДАСВ для транспортировки дыхательных аппаратов в двухбаллонном исполнении. В настоящее время вся техника, стоящая на вооружении Екатеринбургского пожарно-спасательного гарнизона (далее – ЕПСГ),

не имеет таких мест, в аналогичную ситуацию попадают коллеги с других регионов на вооружение которым поставляются ДАСВы в двухбаллонном исполнении.

В 2020 г., в целях повышения оперативного реагирования и увеличения тактических возможностей, а также укомплектования подразделений согласно нормативным документам на вооружение газодымозащитной службы ЕПСГ поступило 50 дыхательных аппаратов со сжатым воздухом ПТС «Профи-270М» в двухбаллонном исполнении. Поступившие ДАСВ были распределены между двумя пожарно-спасательными отрядами ФПС ГПС ГУ МЧС России по Свердловской области города Екатеринбург.

При распределении аппаратов учитывалось штатное расписание ГУ МЧС России по Свердловской области ЕПСГ применительно к автопарку пожарно-спасательных частей. В ЕПСГ автомобили ГДЗС числятся на балансе двух пожарно-спасательных частей ЕПСГ: 2 ПСЧ 60 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Свердловской области и СПСЧ ФПС ГПС МЧС России по Свердловской области. Также учитывалось расписание выездов муниципального образования «город Екатеринбург», в соответствии с которым в районе или подрайоне выезда пожарно-спасательных частей располагаются станции метро, обеспечение пожарной безопасности которых подразумевает доставку усиленных звеньев ГДЗС.

Учитывая данные параметры, вся поставка была разделена на две равные части. Так же в целях повышения тактических возможностей было принято решение об укомплектовании службы пожаротушения 60 ПСО ФПС ГПС ГУ МЧС России по Свердловской области аппаратами со сжатым воздухом ПТС «Профи-270М» в двухбаллонном исполнении.

Перед пожарными встал вопрос о перевозке дыхательных аппаратов. Из конструктивной особенности полученных ДАСВ, их перевозка в штатных местах не представлялась возможной. Поэтому перед

сотрудниками ЕПСГ остро встал вопрос о размещении аппаратов для организации транспортировки своими силами. При решении данного вопроса был изучен опыт коллег других субъектов РФ. С аналогичной проблемой в 2014 году столкнулись коллеги с Архангельской области. СПТ и ПАСР ФКУ «ЦУКС Главного управления МЧС России по Архангельской области» вынуждены были самостоятельно проектировать и изготавливать стеллаж для перевозки ДАСВ, резервных баллонов в заднем отсеке специального пожарного автомобиля АШ-5 на базе ГАЗ-2705 [3].

На момент постановки в боевой расчет аппаратов ПТС «Профи» во 2 ПСЧ основной автомобиль ГДЗС находился в ремонте, доставка к месту пожара отделения ГДЗС происходила на приспособленном автомобиле АЦ на шасси ГАЗон NEXT АЦ-1,0-40. Для организации транспортировки ДАСВ к месту вызова был выбран отсек, предназначенный заводом-изготовителем, для перевозки рукавов, который нуждался в модернизации. В первую очередь было произведено распределение ПТВ путем уплотнения в отсеках.

При последующем демонтаже специальных лотков для перевозки рукавов выяснилось, что дно отсека изготовлено из достаточно тонкого железа, которое не способно выдержать нагрузку ДАСВ в двухбаллонном исполнении в количестве 6 штук. Было проведено усиление дна отсека стальным листом толщиной 2 мм, после чего были сварены каркасы лотков для размещения дыхательных аппаратов с ремнями для крепления. Для фиксации баллонов в посадочных местах использовались списанные плечевые и поясные ремни подвесных систем, списанных ДАСВ. Посадочные места для перевозки были обустроены из срезов труб, подходящего диаметра, аппараты размещаются вентилями в верх.

В случае размещения дыхательных аппаратов в неотапливаемых отсеках, возникает вопрос поддержания положитель-

ной температуры окружающей среды, необходимой для транспортировки ДАСВ. Принимая во внимание результаты исследований, изложенные в статье [6], решение вопроса становится в полной мере возможным силами подразделений.

Для возможности вывозки ДАСВ в двухбаллонном исполнении при реагировании СПТ 60 отряда было необходимо внести конструктивные изменения в автомобиль АШ-7 на базе ГАЗель. Данный автомобиль также не позволил разместить ДАСВ в штатных местах, предусмотренными заводом-изготовителем, поэтому было произведено уплотнение ПТВ в заднем отсеке автомобиля. Для размещения дыхательных аппаратов была изготовлена специальная полка из влагостойкой фанеры для обустройства посадочных мест амортизирующим материалом, использовалась транспортерная лента. Фрагменты списанных плечевых и поясных ремней подвесных систем списанных ДАСВ использовались для фиксации баллонов в посадочных местах.

Отметим, что для исключения решения рассмотренной проблемы на местах целесообразно решать этот вопрос на стадии проектирования автомобиля.

Опыт заводов-изготовителей по установке сидений с креплениями для дыхательных аппаратов в спинках говорит сам за себя. В последнее время это самый рациональный и оптимальный способ перевозки дыхательных аппаратов как в России, так и за рубежом. Целесообразней разработать универсальные крепления сидений. Активное оснащение основных и специальных автомобилей моделями ДАСВ разной модификации вполне обосновано с учетом потребности заказчика. В таком случае появляется возможность каждый изготавливаемый автомобиль сразу укомплектовывать ДАСВами необходимой модификации и уже под них изготавливать крепления. Также на стадии проектирования возможно снять вопрос по поддержанию положительной температуры окружа-

ющей среды, требуемой для транспортировки ДАСВ в зимнее время года, путем установки дополнительной системы отопления.

Литература

1. Гудков С. В. и др. Изолирующие дыхательные аппараты и основы их проектирования. М., 2008. 188 с.
2. Аппарат дыхательный со сжатым воздухом для пожарных ПТС «Профи»: руководство по эксплуатации. ПТС 11.00.00.000РЭ.
3. Померанцев Д. Н. Стеллаж для перевозки ДАСВ, резервных баллонов и штабного стола в заднем отсеке специального пожарного автомобиля АШ-5 на базе ГАЗ-2705 // Сб. мат. «Есть идея!» VII Междунар. салона «Комплексная безопасность – 2014». М., 2014. С. 128–129.
4. Грачев В. А., Собурь С. В. Средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД). М., 2006. 288 с.
5. ДАСВ. Что предлагает рынок // Пожарное дело. 2020. № 4. С. 59–60.
6. Крудышев В. В. и др. Защита водопенных коммуникаций пожарного насоса от замерзания // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24, № 11. С. 63–69.
7. Гончаренко И. В. Аппарат дыхательный со сжатым воздухом для пожарных // Газовая промышленность. 2017. № 3. С. 32–33.

References

1. Gudkov S. V. et al. Izoliruyushchie dyhatel'nye apparaty i osnovy ih proektirovaniya. M., 2008. 188 s.
2. Apparat dyhatel'nyj so szhatym vozduhom dlya pozharnyh PTS «Profi»: rukovodstvo po ekspluatácii. PTS 11.00.00.000RE.
3. Pomerancev D. N. Stellazh dlya perevozki DASV, rezervnyh ballonov i shtabnogo stola v zadnem otseke special'nogo pozharnogo avtomobilya ASH-5 na baze GAZ-2705 // Sb. mat. «Est' ideya!» VII Mezhdunar. salona «Kompleksnaya bezopasnost' – 2014». M., 2014. S. 128–129.
4. Grachev V. A., Sobur' S. V. Sredstva individual'noj zashchity organov dyhaniya (SIZOD). M., 2006. 288 s.
5. DASV. CHto predlagaet rynek // Pozharnoe delo. 2020. № 4. S. 59–60.
6. Krudyshev V. V. i dr. Zashchita vodopennyh kommunikacij pozharnogo nasosa ot zamerzaniya // Pozharovzryvobezopasnost'. 2015. T. 24, № 11. S. 63–69.
7. Goncharenko I. V. Apparat dyhatel'nyj so szhatym vozduhom dlya pozharnyh // Gazovaya promyshlennost'. 2017. № 3. S. 32–33.

УДК 519.81

hudyakovac@mail.ru

**К ВОПРОСУ О ДОПУСТИМОМ ВРЕМЕНИ ПРОВЕДЕНИЯ
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В СРЕДСТВАХ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ
ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

**ONE THE ISSUE OF THE PERMISSIBLE TIME OF EMERGENCY RESCUE OPER-
ATIONS IN PERSONAL RESPIRATORY PROTECTION EQUIPMENT**

*Алексеев М. А., Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Степанов О. И., кандидат технических наук, Югорский государственный университет,
Ханты-Мансийск,*

*Худякова С. А., кандидат педагогических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург
Юдичев А. А.,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Alekseev M.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia,
Yekaterinburg,
Stepanov O., Yugra State University,
Khanty-Mansiysk,
Khudyakova S., Udichev A.,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg*

В статье рассмотрены вопросы деятельности сил и средств газодымозащитной службы в условиях непригодной для дыхания среды и условиях, влияющих на показатели работы газодымозащитника. Рассмотрены современные исследования авторов касательно вопроса о времени проведения аварийно-спасательных работ в средствах индивидуальной защиты органов дыхания. Проанализированы отдельные аспекты подготовки газодымозащитников и их влияние на время работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания. В статье проведен анализ влияния психологической подготовки газодымозащитников на учебно-тренировочных занятиях, учениях и в условиях пожара. В работе отражены результаты экспериментов: по механизму работы звеньев ГДЗС при затяжных пожарах на объектах промышленного назначения длительностью более 2 часов; по поиску, нахождению и спасению «пострадавшего» взрослого человека и ребёнка; по поиску, нахождению и спасению пострадавших в торговых центрах. В работе рассмотрено моделирование и расчетное обоснование тактических возможностей звеньев ГДЗС как первичных единиц, осуществляющих разведку пожара и спасание пострадавших. Приведены методики оценки личным составом оставшегося времени работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания в условиях пожара.

Ключевые слова: газодымозащитная служба, газодымозащитник, средства индивидуальной защиты, время проведения аварийно-спасательных работ, время работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания.

The article deals with the issues of the activities of the forces and means of the gas-smoke protection service in an environment unsuitable for breathing and conditions affecting the performance of the gas-smoke protection. The authors' current research on the issue of the time of emergency rescue operations in personal respiratory protection equipment is

considered. Some aspects of the preparation of gas and smoke protectors and their impact on the time of work in personal protective equipment of respiratory organs are analyzed. The article analyzes the influence of psychological training of gas and smoke defenders at training sessions, exercises and in fire conditions. The paper reflects the results of experiments: on the mechanism of operation of GDZS links during protracted fires at industrial facilities lasting more than 2 hours; on the search, finding and rescue of an "injured" adult and child; on the search, finding and rescue of victims in shopping centers. The paper considers the modeling and computational justification of the tactical capabilities of the GDZS units as primary units engaged in fire reconnaissance and rescue of victims. The methods of evaluation by personnel of the remaining time of work in personal protective equipment of respiratory organs in fire conditions are given.

Keywords: gas-smoke protection service, gas-smoke protection, personal protective equipment, time of emergency rescue operations, time of work in personal respiratory protection equipment.

Газодымозащитная служба (ГДЗС) является одной из основных в комплексе специальных противопожарных служб и предназначена для обеспечения ведения боевых действий по тушению пожаров в условиях непригодной для дыхания среды (НДС). ГДЗС применяется для выполнения наиболее ответственных функций: при спасении людей, локализации и ликвидации пожаров, проведении аварийно-спасательных работ (АСР) и ликвидации последствий иных аварийных ситуаций. Первичная и самостоятельная (согласно нормативным требованиям) единица – это газодымозащитник, выполняющий работу в НДС с применением соответствующих средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) [1].

Личный состав пожарно-спасательных подразделений, осуществляющий тушение пожаров и признанный годным по состоянию здоровья к работе в СИЗОД, прошедший обучение и аттестованный на право работы в СИЗОД, обеспечивается дыхательными аппаратами на сжатом кислороде (ДАСК) или дыхательными аппаратами на сжатом воздухе (ДАСВ) в установленном порядке [1]. Подавляющее большинство пожарно-спасательных подразделений в России и в мире оснащаются ДАСВ как более практичными и простыми в обслуживании. ДАСВ также являются менее вредными для здоровья самих газо-

дымозащитников, благодаря работе по открытому циклу (вывод продуктов дыхания во внешнюю среду).

В пожарно-спасательных гарнизонах, обеспечивающих пожарную безопасность структурно сложных объектов (метрополитенов, морских портов) создаются подразделения ГДЗС, оборудованные ДАСК, с условным временем защитного действия не менее 240 минут, обеспечивающих эффективную продолжительную работу в условиях задымления.

Подразделения в России комплектуются ДАСВ в основном по групповому принципу – один ДАСВ не более чем на 2 человек. При этом панорамная маска закрепляется за каждым газодымозащитником индивидуально.

К газодымозащитникам предъявляются повышенные требования по состоянию здоровья и физической пригодности, поэтому тренировки данного личного состава отличаются высокой интенсивностью и энергозатратностью.

Основными задачами тренировок личного состава ГДЗС являются:

- выработка и закрепление навыков работы в СИЗОД;
- подготовка к работе в условиях высокой температуры, задымления (пониженной видимости) и повышенной влажности;
- формирование психологических и психофизиологических качеств, не-

обходимых для выполнения АСР в условиях, связанных с повышенными физическими нагрузками.

Тренировки газодымозащитников проводятся на свежем воздухе, в теплокамере (ТК), дымокамере (ДК), теплодымокамере (ТДК), при решении пожарно-тактических задач и на учениях.

Основная идея тренировок газодымозащитников заключается в том, чтобы воссоздать условия, наиболее приближенные к условиям пожара и погрузить в них тренируемый личный состав.

Сравним условия проведения тренировок и реальных пожаров по следующим критериям:

- тепловая нагрузка;
- психологическая нагрузка;
- физическая нагрузка;

– интеллектуальная нагрузка.

Перейдем к первому условию – тепловой нагрузке. За счет тренировок в ТК и ТДК происходит тепловое воздействие на газодымозащитника (Рис. 1). Такие тренировки предназначены для достижения тепловой адаптации у пожарного, они способствуют сохранению необходимого уровня их работоспособности в условиях высокой температуры и влажности. При тренировке в ТК температура должна поддерживаться в пределах (58 ± 2) °С, относительная влажность 25–30 %, концентрация углекислого газа не более 5 %, концентрация оксида углерода не более 0,024 %, освещенность 150–200 лк. В ДК температура воздуха должна быть не более 30 °С, относительная влажность воздуха до 100 %.

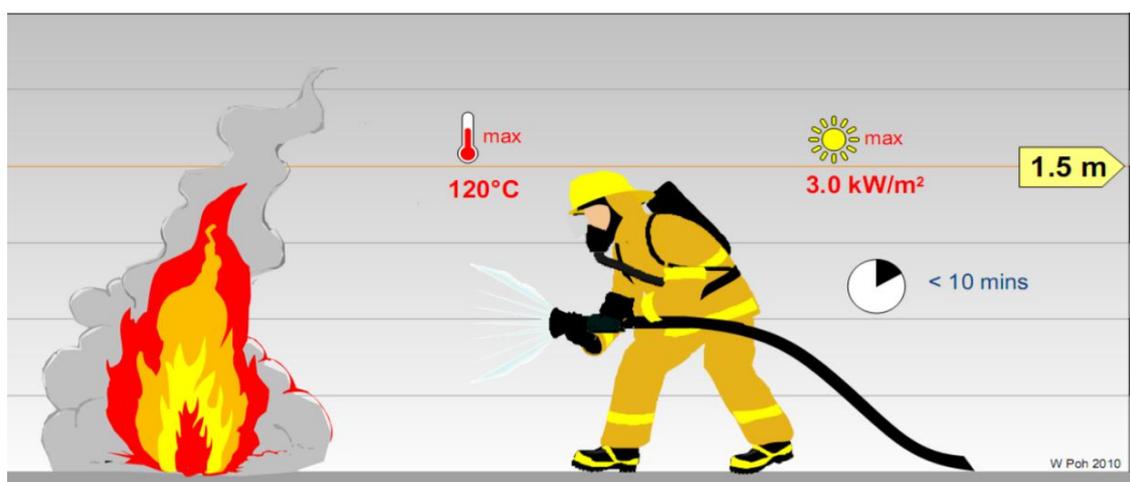


Рисунок 1. Отдельный пример предельных значений ОФП, воздействующих на пожарного [2]

Тренировки в ТДК направлены на формирование у газодымозащитников психологической готовности к действиям в ситуациях, схожих с обстановкой на пожаре. Также в процессе тренировок совершенствуются профессиональные навыки и правильное применение знаний и умений работы с пожарно-спасательным инструментом, оборудованием и снаряжением.

В условиях реального пожара газодымозащитники имеют контакт с более разнообразным спектром поражающих факторов. При этом возможна работа в условиях,

предельных и для СИЗ самих газодымозащитников [3; 12]. На реальном пожаре тепловая нагрузка, получаемая газодымозащитником зависит от вида пожара, его интенсивности, физической нагрузки, а также локации пожара на объекте. Подобные условия возможно воссоздать на современных полевых тренажерах и считается, что именно такие тренировки являются наиболее эффективными с точки зрения психологической и тепловой адаптации личного состава.

Одной из основных задач тренировок личного состава ГЗДС является формирование психологических качеств. Психологическая подготовка газодымозащитников осуществляется на учебно-тренировочных занятиях, учениях и проходит фактическую проверку естественно при тушении пожара.

Сравним как психологическая нагрузка действует на газодымозащитника при тренировочных занятиях и в условиях пожара. Психологическая готовность газодымозащитника зависит от стабильности физиологических показателей, обретенных во время тренировок в ТДК.

Существует пассивно-оборонительный рефлекс, показывающий при возникновении испуга, страха, изменение частоты пульса и заметное дрожание рук. Поскольку все люди разные, то данные показатели у одних будут проявляться ярко, а у других малозаметно. Вышеописанный рефлекс подчиняется сознанию, поэтому он может быть преодолен усилием воли. Тем самым личный состав будет критически относиться к своим эмоциональным переживаниям и начнет контролировать их.

Большую роль в психологическом состоянии играет знание устройства своих СИЗ и правил их эксплуатации, а также готовность осуществлять аварийные манипуляции с ними. Твердая уверенность в эффективности и безотказности СИЗ устранит отрицательные эмоциональные переживания. Положительно воздействует на психологическое состояние газодымоза-

щитника хорошо налаженная связь с руководителем занятия (старшим должностным лицом на участке работ). Слова руководителя не дают газодымозащитнику в боевой обстановке испытывать чувство оторванности (отрезанности). Плохая же связь, напротив, снижает работоспособность и нарушает психологическое состояние человека.

На занятиях в ТДК организатор вправе и должен стараться создать ситуацию, приближенную к боевым действиям. В условиях стандартного занятия можно воспроизвести нулевую видимость задымлением дымогенератором (зашториванием панорамной маски), дополнительную шумовую нагрузку. Реальный пожар в свою очередь имеет более широкий спектр воздействующих факторов, это комплексное влияние температуры и теплового потока, задымление опасными продуктами горения, различная шумовая нагрузка, завалы и прогары, которые обычно не воспроизводятся в ТДК или могут воспроизводиться частично.

Тем самым психологические нагрузки на тренировках и в условиях реального пожара, несомненно, отличаются, а их полноценное воссоздание связано с организационными и техническими трудностями, присущими большинству территориальных пожарно-спасательных подразделений.

Для выполнения поставленных задач каждое звено ГЗДС должно иметь необходимый минимум оснащения (Таблица 1) [1].

Таблица 1
Минимальный перечень снаряжения и инструментов ГЗДС

№	Наименование
1	Средство индивидуальной защиты органов дыхания
2	Спасательное устройство, входящее в комплект СИЗОД (одно на каждого газодымозащитника) при наличии
3	Прибор контроля местонахождения пожарных
4	Средства связи (радиостанция)
5	Приборы освещения (групповой фонарь – один на звено ГЗДС и индивидуальный фонарь – на каждого газодымозащитника)
6	Лом легкий

7	Пожарная спасательная веревка
8	Путевой (направляющий) трос
9	Средства тушения пожара (рабочая рукавная линия с подсоединенным к ней стволом, огнетушитель в различном исполнении)
10	Инструмент для проведения специальных работ на пожаре (вскрытия дверей и конструкций)

Такой минимальный перечень снаряжения и инструментов должен применяться при проведении любых тренировок газодымозащитников. Это позволит воспроизвести не только необходимую физическую нагрузку, но и приучить личный состав действовать в наиболее широком спектре ситуаций.

На данный момент при тренировках в ТДК наблюдается снижение требований к оснащению звеньев ГДЗС. Тренировки проводятся в кроссовках или ботинках (в целях исключения порчи состояния конструкций ТДК), не используются такие инструменты, как лом легкий, приборы контроля местонахождения пожарных, спасательная веревка, средства тушения пожара и инструмент для вскрытия дверей и иных конструкций. Причина неприменения требуемого минимального комплекта оснащения звена ГДЗС в том, что затрудняется движение и использование его в ТДК якобы не имеет необходимости.

Большинство ТДК конструктивно встроены в здания, поэтому газодымозащитники базовых подразделений после нескольких тренировок уже знают все локации и эффективность тренировок существенно снижается по причине низких интеллектуальных затрат личного состава на цели ориентирования, связи и поддержание целостности звена.

Вышеописанные условия влияют на самый главный показатель в работе газодымозащитника – время защитного действия СИЗОД или, что более точно, время проведения личным составом АСР в НДС.

Проанализируем источники, посвященные данной теме.

В научной статье «Оценка точности стандартной методики прогнозирования времени работы звена газодымозащитной

службы в непригодной для дыхания среде» (авторы Станкус А. Р. и Мнускин Ю. В.), опубликованной в 2020 г. в журнале «Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования» [4], рассматривается точность стандартной методики для расчёта времени работы в СИЗОД. В качестве СИЗОД был принят ДАСВ ПТС «Профи». Подставляя данные в формулу расчёта погрешности времени работы в СИЗОД, авторы выявили, что отклонение составило 12 минут, а это 46 % от рассчитанного значения времени работы по стандартной методике прогнозирования. Следовательно, результат определения времени работы в СИЗОД составит $T_{\text{раб}} = 26 \pm 12$ мин.

Вследствие высокого значения погрешности возникает необходимость в уточнении методики расчета временных характеристик работы звена ГДЗС в СИЗОД, по причине вероятного изменения нагрузок, которое условно учитывается в стандартной методике [4].

Таким образом, стандартная методика расчёта времени может применяться только при некоторой принятой степени тяжести работ выше средней, в остальных случаях имеет лишь оценочный характер из-за факторов:

- вычислительной погрешности при ручном проведении расчётов;
- принятой постоянной степени нагрузок;
- разового определения времени работы;
- вероятного изменения нагрузок и состояния газодымозащитников во время работы звена ГДЗС.

Для более точного определения исходных данных для расчёта времени ра-

боты звена ГДЗС, измерения расхода воздуха во время работы в НДС рекомендуется применение цифровых приборов: хронометра и манометра. В качестве цифрового дисплея рекомендуется применение защищенного планшетного компьютера, например, фирмы Dräger PSS Merlin. Это позволит обеспечить телеметрический контроль рабочих параметров звеньев ГДЗС, расчет специализированным программным обеспечением «Калькулятор ГДЗС» времени работы и передачу данных для постового и руководителя проведения работ.

«Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара» (авторы Габдуллин В.Б., Ищенко А.Д.), вышедшей в 2020 г. в журнале «Технологии техносферной безопасности» [5].

В статье проведен анализ исследований, посвященных применению СИЗОД пожарными при тушении пожаров на объектах энергетики, выявлены зависимости продолжительности тушения пожаров от пройденного пути до очага возгорания, предложен способ, который обеспечит не-

прерывность тушения пожаров на объектах энергетики за счёт увеличения времени защитного действия ДАСВ [5].

Пожарным приходится тушить пожар не только в жилых домах, но и на предприятиях, которые в свою очередь считаются опасными. Данный пример, указанный выше, предусматривает смену баллонов во время тушения пожара. Примером является тушение пожара в Ямало-Ненецком автономном округе, когда горело предприятие электроэнергетики. За все время, пока производилась ликвидация очага пожара, газодымозащитники за 260 минут успели поменять баллоны с воздухом 8 раз. Простыми математическими действиями можно вычислить сколько работал в НДС один газодымозащитник. Среднее время работы от одного баллона составило 32,5 минуты.

Также был проведен эксперимент по работе звеньев ГДЗС при затяжных пожарах на объектах промышленного назначения длительностью более 2 часов (табл. 2), в котором был рассмотрен механизм работы звеньев ГДЗС при затяжных пожарах на объектах промышленного назначения длительностью более 2 часов.

Таблица 2
Результаты эксперимента по механизму работы звеньев ГДЗС при затяжных пожарах на объектах промышленного назначения длительностью более 2 часов

№ эксперимента	Время работы звена ГДЗС без пострадавшего, мин	Время работы звена ГДЗС с пострадавшим, мин	Время проведения рабочей проверки, мин	Время, затраченное на смену баллонов, мин	Время отдыха звена ГДЗС, мин	Расстояние, пройденное звеном ГДЗС, м	Полное время работы звена ГДЗС, мин	Время подготовки к след. вкл., мин
1	10,31	5,51	0,35	4,07	5,06	84	16,22	9,13
2	16,26	9,41	0,45	4,22	3,52	84	26,09	8,14
3	12,52	7,12	0,3	3,03	5,52	84	22,04	8,55

Нас интересует «Время работы звена ГДЗС без пострадавшего», средняя продолжительность работы, исходя из трех экспериментов, составила около 13 минут. Полученное время отразим в диаграмме.

В статье «Пожарная разведка: спасти и выжить» в журнале «Пожарное дело» [6], в которой автор, рассказывает, как «выжить все» из защитной экипировки. Дей-

ствия, которые выполняются перед заходом в НДС очень важные и требуют отдельного внимания:

- надеть маску;
- завершить надевание подшлемника, проверив правильность у себя и своего товарища;
- надеть каску (шлем), перчатки;
- подключить легочный аппарат.

На пожаре действовать нужно на коленях. Если это тренировка, а не боевая операция, то лучше выполнять закрытыми глазами. Данная зарубежная процедура, представленная в таблице ниже (табл. 3), может отличаться от отечественной. В нормативах по ПСП и ТСП для личного состава ФПС прописано, что застегнуть куртку, надеть ремень и краги разрешено уже в кабине автомобиля. Это сделано для того, чтобы за малое количество времени

пожарный автомобиль выдвинулся на место вызова. Это экономит то драгоценное время, которое играет огромную роль при ликвидации пожара и проведении АСР.

По поводу времени, автор сообщает, что расчета времени работы как такового у американских пожарных нет, формул для расчета расхода (запаса) воздуха тоже. Работа в НДС начинается с 300 атмосфер, до 200 атмосфер находишься в здании и проводишь необходимые работы, с 200 до 100 атмосфер выходишь из здания, а оставшиеся 100 атмосфер отведены для непредвиденных ситуаций по пути к выходу.

Таким образом, можно заключить, что у американских пожарных как такового понятия «время работы в НДС» нет – используют манометр для определения оставшегося давления в баллоне СИЗОД. Тем самым по показанию манометра контролируют перемещения, работу и выход из НДС.

Таблица 3
Процедура надевания БОП

НЕПОСРЕДСТВЕННО ПЕРЕД ВЫЕЗДОМ
Подкасник надевается на шею
Надеваются штаны БОП и сапоги
Надевается и застегивается куртка БОП
Надевается каска
ПО ПРИЕЗДЕ
Надевается ДАСВ и осуществляется рабочая проверка
ПЕРЕД ЗАХОДОМ В НДС (выполняется вслепую)
Перчатки на землю
Сесть коленями на перчатки
Каску между ног или за голову
Маску надеть, затянуть
Подкасник натянуть, проверить вокруг маски
Каску надеть, закрепить
Баллон ДАСВ открыть
Перчатки из-под колен надеть
Легочный автомат включить к маске

Источником информации о времени работы в СИЗОД является пособие из США для повышения уровня профессиональных знаний американских авторов

Михаэль Р. Мэсон, Джеффри С. Пиндельски, Делмар [7].

Было проведено испытание на расход воздуха на полосе препятствий с одновременным экспериментом, включающим в себя определение оптимальной частоты дыхания для меньшей траты воздуха в баллоне. Каждый раз преодоление полосы препятствий должны проводиться одинаковым способом, то есть расстояния между преградами не должно варьироваться. Пожарный преодолевает полосу до тех пор, пока он не извлечет дополнительный запас воздуха из баллона. Этот опыт и дополнительные знания помогут ему в трудных ситуациях сохранить спокойствие и, возможно, выжить в аварийной ситуации.

Существуют различные техники дыхания, которые уменьшают норму по-

требления воздуха из баллона. При использовании любого метода стоит делать обычные вдохи и медленно выдыхать, чтобы сохранялась норма кислорода в легких при определенном балансе. Но при этом не стоит сдерживать дыхание, пытаясь сэкономить кислород. При пожаротушении у газодымозащитника выделяется адреналин, от чего кислород потребляется в больших объемах, тем самым задержка дыхания спокойно может привести к потере сознания.

Ниже представлена полоса препятствия, газодымозащитникам необходимо ее проходить пока в их СИЗОД не закончится запас воздуха (Рис. 2).

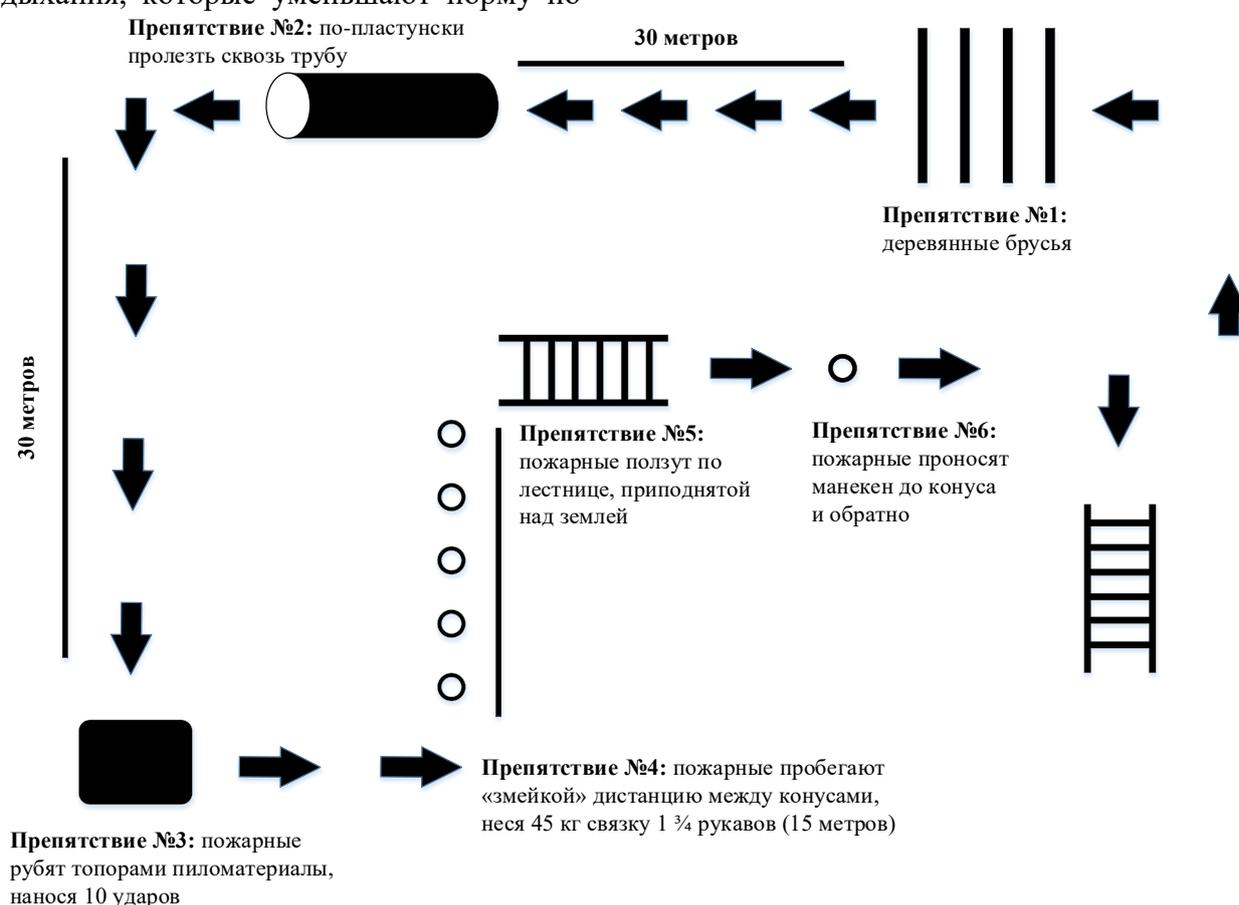


Рисунок 2. Пример полосы препятствий для пожарных

Как было сказано ранее, дыхание – ключевая особенность газодымозащитника. Если оно контролируемое, то это может обеспечить эффективное использова-

ние воздуха. Методами, которые обеспечивают хороший воздухообмен, являются: вдох через рот, выдох через нос и вдох через нос, выдох через рот. Но для их применения необходимо медленное контролируемое дыхание.

Также в экстремальной ситуации используется скачкообразное дыхание

(табл. 4). Оно предназначено для максимального использования воздуха, которое содержится в аппарате

Таблица 4
Выполнение скачкообразного дыхания

№	Этапы выполнения
1	Пожарный делает полный вдох
2	Задержка дыхания в течение того времени, которое занимает полный выдох
3	Пожарный делает дополнительный вдох
4	Медленный выдох
5	Повтор цикла

Запланированное (нормативное) время работы аппарата в 30 минут, в реальной ситуации будет составлять 15–20 минут. Если же использовать технику, описанную выше, то время работы можно увеличить. Такое дополнительное время может стать решающим фактором для спасения пострадавшего.

Подводя итог анализа данного источника [7], можно сказать, что время при активной работе без использования техники дыхания и при работе и применении техники дыхания различается. Но какие бы дыхательные техники не были, важно, чтобы пожарный выполнял их спокойно и эффективно. При помощи тестов расхода воздуха и тренировок газодымозащитник научится правильно дышать, улучшит технику дыхания, а также это улучшит стабилизацию эмоционального состояния при работе в НДС.

Пятый рассматриваемый источник – статья «О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы» (авторы Коршунов И. В., Смагин А. В., Панков Ю. И., Андреев Д. В.) вышедшая в 2016 году в

журнале «Технологии техносферной безопасности», в которой исследуется продолжительность спасательных работ и расход воздуха в баллонах ДАСВ [8].

Был проведен эксперимент по обоснованию зависимости времени спасательных работ и расхода воздуха в баллонах ДАСВ при поиске, обнаружении и спасении взрослого человека и ребенка. Состав звена состоял из 2 газодымозащитников одинаковых по телосложению и физической подготовленности. Видимость была ограничена на 100 %, панорамная маска закрыта непрозрачной бумагой. Звено выполняло разведку в коридоре и в незакрытых помещениях. Во время эксперимента постоянно фиксировался расход воздуха по давлению в баллонах ДАСВ газодымозащитников и по времени пребывания звена ГЗДС в НДС.

Первоначальное давление в баллонах ДАСВ было 290 атмосфер. Так как находили сначала взрослого пострадавшего, а потом ребенка, то время работы в НДС соответственно отличается.

Результаты проведенного эксперимента приведен в табл. 5.

Таблица 5
Результаты эксперимента по поиску, нахождению и спасению «пострадавшего» взрослого человека и ребёнка

Стадия спасательных работ	Время, затраченное на спасательные работы в НДС при поиске взрослого пострадавшего, мин	Время, затраченное на спасательные работы в НДС при поиске пострадавшего ребенка, мин

Передвижение по коридору с максимальной ограниченной видимостью	3	3,5
Поиск и нахождение в помещении пострадавшего	5,5	9
Транспортировка пострадавшего	13	7
Итого	21,5	19,5

По данным таблицы можно сделать вывод, что время, занимаемое на поиск пострадавшего ребенка, примерно в 1,5 раза меньше поиска взрослого пострадавшего.

Возможно это объясняется тем, что при поиске детей газодымозащитной службе приходится двигаться интенсивней и амплитудно. Также при поиске детей на газодымозащитника влияют психологические факторы, что заставляет организм работать более интенсивно и увеличивать деятельность системы дыхания человека, это приводит к большему потреблению воздуха из баллонов.

Тем самым время работы газодымозащитной службы в описанном источнике разделяется на два значения. Первое значение означает время, затраченное на спасательные работы в НДС при поиске взрослого пострадавшего, 21,5 минуты, второе – время, затраченное на спасательные работы в НДС при поиске пострадавшего ребенка 19,5 минут.

Шестым рассматриваемым исследованием расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы является

статья «Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента» (авторы Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А.), вышедшая в 2020 году в Вестнике Дагестанского государственного технического университета. В работе рассмотрено моделирование и расчетное обоснование тактических возможностей звеньев ГДЗС как первичных единиц, осуществляющих разведку пожара и спасание пострадавших [9].

Как известно, основной функцией системы обеспечения пожарной безопасности является тушение пожаров и проведение АСР. Наиболее функциональными позициями, в плане разновидности задач, выполняемых на пожаре, являются звенья ГДЗС. Основным фактором оценки эффективности ГДЗС является время спасательных работ.

В статье приводится таблица с результатом проведенного эксперимента. Эксперимент заключался в поиске, нахождении и спасении пострадавших: как взрослого человека и ребенка. Результаты приведены в табл. 6.

Таблица 6
Результаты эксперимента по поиску, нахождению и спасению пострадавших (взрослого человека и ребенка)

Спасательные работы	Время спасательных работ, мин
Поиск и нахождение взрослого пострадавшего, упаковка и транспортировка	Транспортировка: 13 Всего: 22,5
Поиск и нахождение пострадавшего ребенка, упаковка и транспортировка	Транспортировка: 7 Всего: 20,5

Также был проведен эксперимент по поиску, нахождению и спасению пострадавших в торговых центрах. Состав зве-

ньев был различным – 2, 3 и 4 газодымозащитника. По ходу эксперимента фиксиро-

валось среднее время проведения действий. Результаты показаны ниже, в табл. 7 [9].

Таблица 7
Результаты эксперимента по поиску, нахождению и спасению пострадавших в торговых центрах

Состав звеньев	Среднее время проведения действий, мин, сек	Количество спасенных пострадавших
2	12,11	5
2	13,32	3
3	14,13	3
4	07,22	5

Итоговое время было зафиксировано только тогда, когда был вынесен последний пострадавший из зоны задымления или при первом срабатывании звукового сигнала ДАСВ.

При подробном анализе источников (как отечественных, так и зарубежных) было выявлено, что практическое время

работы в ДАСВ составляет от 15 до 25 минут, а ряд авторов указывают на значения от 12 до 17 минут при условии активного передвижения газодымозащитников в НДС.

Приведем диаграмму соотношения времени и рассмотренных источников (рис. 3, табл. 8).



Рисунок 3. Время работы в НДС по данным авторов, занимавшихся исследованием параметров работы звеньев ГДЗС

Таблица 8
Источники временных показателей работы в НДС

№	Источник данных
1	Станкус А. Р., Мнускин Ю. В. Оценка точности стандартной методики прогнозирования времени работы звена газодымозащитной службы в непригодной для дыхания среде // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования (без учета погрешности)
2	Станкус А. Р., Мнускин Ю. В. Оценка точности стандартной методики прогнозирования времени работы звена газодымозащитной службы в непригодной для дыхания среде // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования (с учетом погрешности)

3	Габдуллин В. Б., Ищенко А. Д. Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара // Технологии техносферной безопасности
4	Масон М. Р. и др. Аварийная разведка и спасение пожарных (АРИСП) в США: пособие для повышения уровня профессиональных знаний (без использования техники)
5	Масон М. Р. и др. Аварийная разведка и спасение пожарных (АРИСП) в США: пособие для повышения уровня профессиональных знаний (с использованием техники)
6	Коршунов И. В. и др. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности (пострадавший взрослый)
7	Коршунов И. В. и др. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности (пострадавший ребенок)
8	Коршунов И. В. и др. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4
9	Коршунов И. В. и др. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4
10	Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020. Т. 47, № 1 (групповой поиск в ТЦ) 2 звена
11	Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020. Т. 47, № 1 (групповой поиск в ТЦ) 3 звена
12	Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020. Т. 47, № 1 (групповой поиск в ТЦ) 4 звена
13	Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020. Т. 47, № 1 (по расчётным формулам)
14	Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020. Т. 47, № 1
15	Кабелев Н. Пожарная разведка: спасти и выжить. Встречаемся по одежке // Пожарное дело. Вып. № 7. С. 36–38

Также можно заметить, что зарубежные пожарные ориентируются на показания манометра или встроенного в аппарат микрокомпьютера (рассчитывающего и выводящего информацию газодымозащитнику), а не на расчеты постового на ПБ, который у них не предусмотрен. Стоит отметить, что при фактическом пожаротушении в нашей стране выставление постового на

ПБ также практически не наблюдается ввиду отсутствия ресурсов сил для этих целей на пожаре.

Различные подходы к рассматриваемому вопросу говорят о постоянном поиске путей совершенствования деятельности сил и средств ГДЗС. Затронутый вопрос остается актуальным для противопо-

жарных служб всего мира, поэтому требуется постоянный анализ исследований авторов в разных странах, посвященных данной тематике.

Литература

1. Приказ МЧС РФ от 09.01.2013 № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде» (с изм. и доп.).
2. Weng Poh M. AIRAH. Tenability in Building Fires: Limits and Design Criteria. FIRE AUSTRALIA, Industry Matters. 2010. P. 24–26.
3. ГОСТ Р 53255–2009. Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Станкус А. Р., Мнускин Ю. В. Оценка точности стандартной методики прогнозирования времени работы звена газодымозащитной службы в непригодной для дыхания среде // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 1 (5). С. 551–555.
5. Габдуллин В. Б., Ищенко А. Д. Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара // Технологии техносферной безопасности. 2020. № 1 (87). С. 25–37.
6. Кабелев Н. Пожарная разведка: спасти и выжить. Встречаемся по одежке // Пожарное дело. 2018. № 7. С. 36–39.
7. Мэсон М. Р. и др. Аварийная разведка и спасение пожарных (АРИСП) в США // Пособие для повышения уровня профессиональных знаний // Делмар, 2006. С. 12–20
8. Коршунов И. В. и др. О поисково-спасательных работах звена газодымозащитной службы // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4 (68). С. 82–88.
9. Степанов О. И., Зайцева Е. Е., Худякова С. А. Моделирование расчетов параметров работы звеньев газодымозащитной службы на основе эксперимента // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2020. Т. 47, № 1.
10. Клименко Е. А., Ерёмин А. В., Савчук А. А. Оптимизация работы газодымозащитной службы в пожарно-спасательных подразделениях МЧС ДНР // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2021. № 3 (10). С. 217–223.
11. Нормы пожарной безопасности НПБ 165-2001 «Техника пожарная. Дыхательные аппараты со сжатым воздухом для пожарных. Общие технические требования. Методы испытаний»: приказ ГУГПС МВД России от 07.09.2001 № 65.
12. ГОСТ Р 53258–2019. Техника пожарная. Баллоны малолитражные для аппаратов дыхательных и самоспасателей со сжатым воздухом. Общие технические требования. Методы испытаний.

References

1. Order of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation No. 3 dated 09.01.2013 «On Approval of the Rules for Conducting Emergency Rescue Operations by the Personnel of the Federal Fire Service of the State Fire Service when Extinguishing Fires using personal respiratory and Visual protection equipment in an environment unsuitable for breathing» (with amendments and additions).
2. Weng Poh M. AIRAH. Tenability in Building Fires: Limits and Design Criteria. FIRE AUSTRALIA, Industry Matters. 2010. Pp. 24–26.
3. GOST R 53255–2009. Fire fighting equipment. Breathing apparatus with compressed air with an open breathing cycle. General technical requirements. Test methods.
4. Stankus A. R., Mnuskin Yu. V. Evaluation of the accuracy of the standard methodology for predicting the operating time of the gas-smoke protection service in an environment unsuitable for breathing // Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement. 2020. No. 1 (5). Pp. 551–555.
5. Gabdullin V. B., Ishchenko A. D. The influence of the periods of operation of the gas and smoke protection service units on the continuity of fire extinguishing // Technosphere safety Technologies. 2020. No. 1 (87). Pp. 25–37.
6. Kabelev N. Fire intelligence: rescue and survive. We meet on clothes // Fire business. 2018. No. 7. Pp. 36–39.
7. Michael R. Mason et al. Emergency Reconnaissance and Rescue of Firefighters (ARISP) in the USA // A manual for improving the level of professional knowledge // Delmar, 2006. S. 12–20.
8. Korshunov I. V. et al. About search and rescue operations of the gas and smoke protection service link // Technosphere safety Technologies. 2016. No. 4 (68). Pp. 82–88.

9. Stepanov O. I., Zaitseva E. E., Khudyakova S. A. Modeling of calculations of parameters of operation of gas and smoke protection service units based on experiment // Bulletin of Dagestan State Technical University. Technical sciences. 2020. Vol. 47, No. 1.

10. Klimenko E. A., Eremin A. V., Savchuk A. A. Optimization of the work of the gas and smoke protection service in the fire and rescue units of the Ministry of Emergency Situations of the DPR // Fire and Technosphere safety: problems and ways of improvement. 2021. No. 3 (10). Pp. 217–223.

11. Fire safety standards NPB 165-2001 «Fire equipment. Breathing apparatus with compressed air for firefighters. General technical requirements. Test methods» // Order of the GUGPS of the Ministry of Internal Affairs of Russia dated September 7, 2001 No. 65.

12. GOST R 53258–2019. Fire fighting equipment. Subcompact cylinders for breathing apparatus and self-rescuers with compressed air. General technical requirements. Test methods.

УДК 614.838

martynovichvl@tyuiu.ru

ОЦЕНКА КАТЕГОРИИ ПОМЕЩЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

ASSESSMENT OF THE CATEGORY OF BOILER ROOM PREMISES FOR EXPLOSION AND FIRE HAZARD

*Пермяков В. Н., доктор технических наук, профессор,
Мартынович В. Л., кандидат технических наук,
Хайруллина Л. Б., кандидат технических наук,
Тюменский индустриальный университет, Тюмень*

*Permyakov V., Martynovich V., Khayrullina L.,
Tyumen Industrial University, Tyumen*

В статье рассмотрены особенности определения категории помещения котельной по взрывопожарной и пожарной опасности, а также проведен анализ требований действующих нормативно-правовых актов, предъявляемых к помещению котельной. Закрытие запорного клапана, установленного на подводящем газопроводе, включение аварийной вентиляции и осуществление иных мероприятий, направленных на обеспечение пожаробезопасности помещения котельной, происходит по сигналу, поступающему от газоанализатора. Однако на момент фиксации газоанализатором соответствующей концентрации, количество горючего газа в помещении достигает значения, при взрыве которого может возникнуть избыточное давление более 5 кПа. На основании проанализированного материала сделаны выводы о необходимости отнесения помещения котельной к категории «А» по взрывопожарной и пожарной опасности в тех случаях, когда не реализованы дополнительные мероприятия, позволяющие сократить количество поступающего горючего газа в помещение и отнести помещение к менее взрывопожароопасным категориям. О необходимости отнесения традиционного помещения котельной к категории «А» по взрывопожарной и пожарной опасности свидетельствуют и требования нормативно-правовых актов в части обязательного оснащения их легкобросаемыми конструкциями, а также выполнение всего электрооборудования во взрывобезопасном исполнении. В дополнение к ранее представленным специалистами ФГБУ ВНИИПО МЧС России мероприятиям, предложены дополнительные мероприятия, реализация которых позволит отнести помещение к менее взрывопожароопасным категориям.

Ключевые слова: котельная, категория по взрывопожарной и пожарной опасности, пожарная безопасность, природный газ, взрывобезопасность.

The article discusses the features of determining the category of boiler room premises for explosion and fire hazard, as well as the analysis of the requirements of the current regulatory legal acts imposed on the boiler room. The closure of the shut-off valve installed on the supply gas pipeline, the activation of emergency ventilation and the implementation of other measures aimed at ensuring the fire safety of the boiler room, occurs by a signal coming from the gas analyzer. However, at the time of fixation by the gas analyzer of the appropriate concentration, the amount of combustible gas in the room reaches a value, during the explosion of which an excess pressure of more than 5 kPa may occur. Based on the analyzed material, conclusions are drawn about the need to classify the

boiler room to category «А» in terms of explosion and fire hazard in cases where additional measures have not been implemented to reduce the amount of combustible gas entering the room and classify the room to less explosive and fire-hazardous categories. The need to classify the traditional boiler room to category «А» in terms of explosion and fire hazard is also evidenced by the requirements of regulatory legal acts regarding the mandatory equipping of their easily removable structures, as well as the implementation of all electrical equipment in explosion-proof execution. In addition to the measures previously presented by the specialists of the Federal State Budgetary Institution VNIPO of the Ministry of Emergency Situations of Russia, additional measures have been proposed, the implementation of which will allow the premises to be classified as less explosive and fire-hazardous categories.

Keywords: boiler room, category of explosion and fire hazard, fire safety, natural gas, explosion protection.

С целью обеспечения регионов Российской Федерации природным газом, в рамках реализации совместных программ Администраций регионов РФ и ПАО «Газпром», проектными институтами осуществляется подготовка проектно-сметной документации строительства объектов магистрального транспорта, в том числе площадок станций газораспределительных (далее – ГРС).

Неотъемлемой частью технологического процесса ГРС является подогрев природного газа перед его редуцированием. Подогрев газа, как правило, осуществляется промежуточным теплоносителем, нагрев которого производится с помощью котельного оборудования, установленного в помещении котельного зала блока подготовки теплоносителя.

Очевидно, что основным топливом для котельного оборудования, установленного в помещении котельного зала блока подготовки теплоносителя, является природный газ, который транспортируется по магистральным трубопроводам.

С целью обеспечения пожарной безопасности проектируемых газовых котельных и реализации необходимых технических решений требуется корректное определение категории помещения котельной по взрывопожарной и пожарной опасности.

Обеспечение пожарной безопасности проектируемых объектов магистрального транспорта, газораспределения и, как

следствие, обеспечение бесперебойного снабжения потребителей природным газом является актуальной задачей.

На пожаробезопасность помещений котельных залов влияет, прежде всего, корректное определение категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, которое влечет за собой реализацию корректных конструктивных, объемно-планировочных, электротехнических решений, а также корректное оснащение объекта защиты системами противопожарной защиты.

Как было ранее указано в статьях [1; 2] положения Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 [3] не позволяют однозначно отнести помещение котельной к той или иной категории по взрывопожарной и пожарной опасности.

Так, согласно пункту 4 статьи 27 [3], а также пункту 5.2 [4] определение категории помещения производственного назначения следует осуществлять путем последовательной оценки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной «А» (повышенной взрывопожароопасности) к наименее опасной «Д» (пониженной пожароопасности).

Методики определения категорий помещений по взрывопожарной и пожарной опасности представлены в приложениях А, Б [4].

В качестве примера определения категории по взрывопожарной и пожарной

опасности рассмотрим помещение котельной (в блоке подготовки теплоносителя) свободным объемом $V = 600 \text{ м}^3$.

С целью выполнения положений пункта А.1.1 [4] рассмотрим различные сценарии аварий с частичной и полной разгерметизацией технологического оборудования котельной, в котором обращаются горючие газы, формированием взрывоопасной газовой смеси и последующим взрывом в помещении с образованием избыточного давления.

В случае реализации сценария аварии с полным разрушением подводящего газопровода (на полное сечение или схожее по площади дефектное отверстие) происходит резкое падение давления в системе, которое приводит к мгновенному закрытию запорного клапана, установленного на входе газопровода в блок подготовки теплоносителя. Согласно [2] время отключения трубопроводов составляет около 1 секунды. При этом количество опасного вещества, поступившего в помещение котельной и участвующего в создании взрывоопасной смеси, незначительно, а избыточное давление от возможного взрыва газовой смеси не превысит 5 кПа [2].

В случае реализации сценария аварии с частичной разгерметизацией подводящего газопровода и последующим истечением газа, при котором не происходит резкого и значительного падения рабочего давления в системе и не приводит к закрытию запорного клапана, установленного на входе газопровода в блок подготовки теплоносителя, истечение газа в помещение котельного зала происходит до момента фиксации газоанализатором соответствующей концентрации метана в воздухе помещения. Согласно п. 15.7 СП 89.13330.2016 [5], п. 6.9.29 СП 4.13130.2013 [6] в котельных должны быть предусмотрены средства сигнализации, контроля и автоматики, обеспечивающие блокировку работы котлов при достижении загазованности помещения с концентрацией горючего газа 10 % от нижнего концентрационного предела

распространения пламени (далее – НКПРП).

По данным справочника [7] концентрационные пределы распространения пламени для метана, который занимает до 98 % состава природного газа, составляют 5,28...14,1 % объемных.

Так, для рассматриваемого помещения свободным объемом $V = 600 \text{ м}^3$ масса горючего газа, поступившего в помещение котельной до момента достижения концентрации горючего газа 10 % от НКПРП и закрытия запорного клапана, может составить порядка 2,2 кг.

Необходимо отметить, что в методике определения категорий помещений, которая приведена в приложении А [4], отсутствует условие соответствия массы горючего вещества, вышедшего в результате расчетной аварии в помещение, критериям его взрываемости в конкретном объеме.

Однако, если подставить соответствующие исходные данные в формулу А.1 [4], включая массу горючего газа, поступившего в помещение котельной до момента достижения концентрации горючего газа 10 % от НКПРП, то избыточное давление взрыва газовой смеси составит более 5 кПа.

В соответствии с положениями пункта 5 ст. 27 [3], а также табл. 1 [3] помещения, в которых обращаются горючие газы в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные газозвушные смеси, при сгорании которых может развиваться избыточное давление взрыва в помещении более 5 кПа, следует относить к помещениям категории «А».

Пунктом А.2.3 [4] допускается при определении массы горючего вещества, поступившего в помещение, учитывать работу аварийной вентиляции, однако работа аварийной вентиляции начинается по сигналу от газоанализатора, когда концентрация горючего газа в помещении достигнет 10 % от НКПРП, а источник зажигания в помещении работающей котельной присутствует постоянно.

Анализ расчетов избыточного давления взрыва в помещении для различного количества опасного вещества в газозудушной смеси свидетельствует о том, что объем газа, поступившего в помещение, при котором происходит срабатывание газоанализатора и запорного клапана, не должно превышать 7 % от НКПРП. При этом значение избыточного давления взрыва в помещении не превысит 5 кПа.

Анализируя требования п. 6.9 [6] к помещениям котельных, можно отметить то, что независимо от определенной категории помещения котельной по взрывопожарной и пожарной опасности в помещении должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению взрывобезопасности: легкосбрасываемые конструкции, электрооборудование выполнено во взрывобезопасном исполнении и т. д.

На вопрос проектного института экспертам сервиса правовой информации «Техэксперт» о том, какое именно электрооборудование (АПС, СОУЭ, СКУД, телефон, ЛВС, СКС, СОТ, СОТС оборудование автоматике котлов и т. д.) в помещении котельной должно быть выполнено во взрывобезопасном исполнении, получен исчерпывающий ответ, что все, без исключения, электрооборудование должно быть применено во взрывобезопасном исполнении.

Таким образом, требования действующих нормативно-правовых актов в области пожарной безопасности негласно свидетельствуют о необходимости отнесения помещения котельной к категории «А» по взрывопожарной и пожарной опасности.

Однако, как показывает практика, реализация вышеуказанных мероприятий по обеспечению взрывопожаробезопасности значительно влияет на конечную стоимость котельной и заказчиком ставится задача о реализации дополнительных мероприятий, позволяющих «снизить» категорию помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, ведь в пункте 9 статьи 27 [3], а также в таблице 1 [4] указано, что

помещения, в которых горючие газы сжигаются или утилизируются в качестве топлива относятся к категории «Г» (умеренной пожароопасности).

Более того, согласно таблице Б.1 СП 89.13330.2016 [5], в качестве ориентировочной категории помещения котельного зала при работе котлов на газообразном топливе, также рекомендована категория «Г» по взрывопожарной и пожарной опасности.

В статье [1] рекомендованы следующие мероприятия, позволяющие отнести помещение к менее взрывопожароопасным категориям:

- оснащение помещений постоянно действующими автоматическими газоанализаторами, выдающими сигналы оповещения и командный импульс на перекрытие главного клапана на трубопроводе, подводящем топливо;

- выключение незащищенного электрооборудования;

- включение аварийной вентиляции и аварийного освещения при достижении содержания паров топлива вблизи трубопровода подачи топлива 10% от нижнего концентрационного предела распространения пламени. Быстродействие этой системы, т.е. время обнаружения паров топлива, формирования командного импульса, срабатывания исполнительных устройств должно быть не более времени повышения концентрации паров топлива от 10 до 80% от НКПРП (противовзрывные меры).

По мнению авторов, в дополнение к вышеуказанным мероприятиям можно также отнести:

- снижение порога чувствительности газоанализаторов, при котором осуществляется закрытие запорного клапана, установленного на входе газопровода в блок подготовки теплоносителя;

- наиболее эффективное и рациональное количество и расположение газоанализаторов в помещении;

- сокращение времени, прошедшего с момента разгерметизации до

момента фиксации газоанализатором заданной концентрации горючего газа, посредством определенного направления потоков воздушных масс;

– минимизация протяженности участков подводящего газопровода в помещении котельного зала;

– применение съемных кожухов на участках подводящего газопровода с контролем загазованности в полости между стенкой газопровода и кожухом.

В статье [1] также указано, что информация на дверях помещений складского и производственного назначения о категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности, в случае некорректного отнесения помещений к менее взрывопожароопасным категориям, дает ложную информацию личному составу подразделений пожарной охраны.

По мнению авторов, в дополнение к информации о категории помещения по взрывопожарной и пожарной опасности необходимо приводить краткую информацию о виде обращающихся в помещении опасных веществ, например, в соответствии с классами пожаров, которые установлены ст.8 [3].

Анализ представленных материалов свидетельствует о том, что помещения котельных без реализации дополнительных мероприятий следует относить к категории «А» по взрывопожарной и пожарной опасности, так как избыточное давление возможного взрыва превышает 5 кПа. При этом требованиями действующих нормативно-правовых актов, независимо от результатов оценки категории помещения котельной, предусматривается реализация мероприятий, которые направлены на обеспечение взрывобезопасности.

Литература

1. Земский Г. Т., Ильичев А. В. Особенности обеспечения пожарной безопасности котельных // Пожарная безопасность. 2015. № 1. С. 114–116.
2. Харламенков А. С. Категорирование помещений газовых котельных по взрывопожарной и пожарной опасности // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27, № 1. С. 70–71.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Консорциум «Кодекс»: сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 15.03.2022).
4. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности // Консорциум «Кодекс»: сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 15.03.2022).
5. СП 89.13330.2016. Котельные установки. Актуализированная редакция СНиП II-35-76 // Консорциум «Кодекс»: сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054199> (дата обращения: 15.03.2022).
6. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (с изм. № 1) // Консорциум «Кодекс»: сайт. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 15.03.2022).
7. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. М., 2004. Ч. 2. 774 с.

References

1. Zemsky G. T., Ilyichev A. V. Features of ensuring fire safety of boiler houses // Fire safety. 2015. No. 1. Pp. 114–116.
2. Kharlamenkov A. S. Categorization of gas boiler rooms by explosion and fire hazard // Fire and explosion safety. 2018. Vol. 27, No. 1. Pp. 70–71.
3. Federal Law No. 123-FZ of July 22, 2008 «Technical Regulations on Fire safety requirements» // Consortium «Codex»: website. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (accessed 03/15/2022).
4. SP 12.13130.2009. Determination of categories of premises, buildings and outdoor installations for explosion and fire hazards // Consortium «Codex»: website. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (accessed 03/15/2022).
5. SP 89.13330.2016. Boiler installations. Updated version of SNiP II-35-76 // Consortium «Codex»: website. URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054199> (accessed 03/15/2022).

6. SP 4.13130.2013. Fire protection systems. Limiting the spread of fire at protection facilities. Requirements for space-planning and structural solutions (with change No. 1) // Consortium «Codex»: website. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (accessed 03/15/2022).

7. Korolchenko A. Ya., Korolchenko D. A. Fire and explosion hazard of substances and materials and means of extinguishing them. M., 2004. Part 2. 774 p.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

УДК 614.849+378.1

pl112@yandex.ru

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТДЕЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ
ДЫХАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ СО СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ ПРИ БОРЬБЕ
С ПОЖАРАМИ И ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ. ИТОГИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ****COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE CAPABILITIES OF INDIVIDUAL
MODELS OF BREATHING APPARATUS WITH COMPRESSED AIR IN THE FIGHT
AGAINST FIRES AND IN THE ELIMINATION OF EMERGENCIES
AT CHEMICALLY HAZARDOUS FACILITIES. RESULTS OF RESEARCH WORK**

*Вишняков А. В., кандидат биологических наук, доцент,
Мураев Н. П., кандидат педагогических наук, доцент,
Шишкин П. Л.,
Логинов В. В., кандидат технических наук, доцент,
Понукалин А. Ю.,
Осипчук А. О., кандидат технических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Vishnyakov A., Muraev N.,
Shishkin P., Loginov V., Ponukalin A.,
Osipchuk A.,
The Ural Institute of State Firefighting Service
EMERCOM of Russia, Yekaterinburg*

В статье авторы представляют результаты научного исследования, цель – определение наиболее перспективного образца из современных средств для защиты личного состава газодымозащитной службы при тушении пожаров, а также формирований гражданской обороны, действующих в условиях чрезвычайных ситуаций с выбросом опасных химических веществ и возникновением пожаров, путём сравнения показателей выполнения установленных тренировок по работе с ними в процессе обучения курсантов Уральского института Государственной противопожарной службы МЧС России.

Ключевые слова: дыхательный аппарат со сжатым воздухом, средства индивидуальной защиты органов дыхания, тренировка, формирование, химически опасный объект, чрезвычайная ситуация.

In this article, the authors present the results of a scientific study, the purpose of which was to determine the most promising model of modern means for protecting personnel of the gas and smoke protection service when extinguishing fires, as well as civil defense units operating in emergency situations with the release of hazardous chemicals and fires, by comparing performance indicators of established trainings for working with them in the process of training cadets of the Ural Institute of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia.

Keywords: breathing apparatus with compressed air, personal protective equipment of the respiratory organs, training, formation, chemically hazardous object, emergency.

Использование средств защиты как при ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) с выбросом опасных химических веществ, так и при борьбе с пожарами – одно из основ безопасности личного состава, привлекаемого к ликвидации этих бедствий.

Рассматривая ЧС, возникающие на химически опасных объектах (далее – ХОО) и сопровождающиеся выбросом в атмосферу вредных примесей, следует отметить, что использование в этом случае личным составом формирований, привлекаемых к локализации последствий аварии, средств индивидуальной защиты органов дыхания (далее – СИЗОД) фильтрующего типа возможно не во всех случаях.

Так, следует учитывать то обстоятельство, что в большинстве случаев аварии на ХОО сопровождаются крупными пожарами [1–3], при этом в воздухе непосредственно в зоне техногенного бедствия имеют место малое содержание кислорода как результат его выгорания и одновременное высокие концентрации монооксида углерода, обладающего выраженными токсическими свойствами [4].

При этом следует принимать во внимание, что в условиях недостатка кислорода в воздухе, а именно при его содержании менее 17 % по объёму, фильтрующие противогазы не обеспечивают необходимые защитные свойства. Также СИЗОД фильтрующего типа не могут уберечь человека от токсического действия монооксида углерода, выступающего в качестве продукта горения.

Данные обстоятельства в том числе предполагают использование в рассмотренных условиях вместе с СИЗОД фильтрующего типа специальных дополнительных патронов, к сожалению, обладающих относительно небольшим временем защитного действия [5]. Также в этом случае будет иметь место рост сопротивления дыханию СИЗОД на вдохе, а также увеличение

массы и габаритных размеров. Всё это приведёт к существенному ухудшению эргономических свойств рассматриваемых изделий.

Эксплуатация личным составом формирований в условиях рассматриваемых ЧС изолирующих противогазов как шланговых, так и автономных также предполагает наличие целого ряда объективных трудностей.

Присутствие в комплекте изолирующих противогазов первого типа достаточно длинного шланга значительно снижает двигательную активность спасателя, одновременно повышая риск его гибели в случае повреждения этого элемента. Данные обстоятельства полностью исключают возможность использования указанных средств защиты при локализации аварийной ситуации на ХОО в случае возникновения пожара.

Использование изолирующих противогазов также предполагает наличие целого ряда трудностей, в частности достаточно высокой температуры нагрева регенеративного патрона, а также необходимости его замены, влияющей на время использования подобных СИЗОД в условиях ЧС.

Важно отметить, что в настоящее время ведущими российскими специалистами в области средств защиты обоснованно указывается на наличие целого ряда проблемных составляющих, имеющих место при эксплуатации данных изделий и требующих значительных исследований с последующей практической реализацией их результатов [6; 7].

Таким образом, в условиях, сложившихся при наличии указанных выше опасных и вредных факторов, определённые перспективы приобретает использование иных СИЗОД, среди которых представляется возможным привести такие средства защиты как дыхательные аппараты со сжатым воздухом (далее – ДАСВ). При этом данные изделия являются перспективным

как при работе личного состава газодымо-защитной службы (далее – ГЗДС) пожарной охраны, так и, по мнению авторов, личного состава формирований, решающих иные задачи при ликвидации аварии на ХОО, такие, например, как восстановление герметичности аварийной ёмкости или трубопровода, нейтрализация разлива опасного вещества дегазирующими растворами или засыпка сорбентами, оборудование ям-ловушек и т. п. [8].

В настоящее время ДАСВ на территории Российской Федерации производятся целым рядом предприятий, среди которых следует выделить такие, как АО «Кампо», «Зелинский групп», АО «ПТС», ООО «ТД РУСИНТЭК», ОАО «Горизонт» и др. Также следует указать на то обстоятельство, что часть изделий рассматриваемой номенклатуры поступает на территорию нашей страны из-за рубежа, так в частности имеет достаточно широкое распространение и высокую репутацию продукция, выпускаемая компаниями Draeger (ФРГ), Interspiro (Швеция).

При этом все ДАСВ обладают своими конструктивными особенностями, что указывает на наличие целого ряда факторов, влияющих на их использование в практической деятельности. В то же время данное положение предполагает и наличие определённых трудностей в выборе конкретной модели (образца) для оснащения подразделения ГЗДС или иного формирования, что делает в этом случае адекватную оценку дыхательных аппаратов со сжатым воздухом актуальной задачей.

Данное обстоятельство определило в качестве цели научно-исследовательской работы (далее – НИР), основные результаты которой представляются в настоящей статье, проведение сравнительного анализа эксплуатационных свойств ряда образцов ДАСВ, позволяющего выработать предложения по выбору конкретного образца из числа данных средств и как следствие наиболее полно обеспечить ведение боевых действий подразделений пожарной охраны в непригодной для дыхания среде

при спасении людей, тушении пожаров, проведении аварийно-спасательных работ и ликвидации последствий ЧС. Исследования были проведены на двух кафедрах Уральского института ГПС МЧС России – пожарно-прикладной подготовки и безопасности в ЧС.

При выполнении НИР после анализа характеристик и технических особенностей изделий рассматриваемой номенклатуры было принято положение, что в качестве критерия определения лучшего образца послужит сравнительная оценка выполнения с ДАСВ установленных тренировок, т. е. аппарат, при проведении тренировки с которым было затрачено минимальное время, будет считаться лучшим средством защиты. Тренировка в этом случае выступает как форма практической подготовки, которая представляет собой процесс решения определённых профессиональных задач.

В ходе НИР принималось и такое положение, что ДАСВ, являясь достаточно сложными техническими изделиями, как все средства защиты должны постоянно совершенствоваться [6; 7], но в этом случае могут появляться как образцы, при разработке которых коренным образом реализуются новые технические идеи, так и устройства не в полной мере соответствующие этому положению.

Для достижения выбранной цели предстояло решить следующие задачи:

1. Осуществить выбор определённых образцов дыхательных аппаратов со сжатым воздухом с учётом их технических характеристик для выполнения тренировок на время.

2. Определить специальные тренировки, в процессе выполнения которых на время возможно оценить удобство и иные показатели при работе с выбранными образцами.

3. Обучить личный состав из числа курсантов правильной работе с выбранными образцами рассматриваемой номенклатуры изделий. Провести с курсантами

тренировки, фиксируя временные показатели.

4. Обобщить и проанализировать полученные в ходе исследований сведения, на основе чего определить лучший образец из выбранных дыхательных аппаратов со сжатым воздухом.

В ходе исследования были рассмотрены три образца ДАСВ: АП «Омега»; ПТС-Профи-М; «Зевс». При этом два первых аппарата, а именно АП «Омега» и ПТС-Профи-М, используются личным составом ГЗДС уже определённое время, а изделие «Зевс» является новым образцом, зарегистрированным в 2020 г., и в настоящее время ещё не получившее широкое использование как средство защиты в Государственной противопожарной службе МЧС России.

При выборе тренировок с определёнными образцами ДАСВ в ходе рассмотрения их содержания, учитывая цели и задачи проводимых исследований, предстояло учесть также действия, выполняемые личным составом формирований гражданской обороны (далее – ГО) при ликвидации (нейтрализации) последствий химической аварии (утечки опасного химического вещества) с использованием таких СИЗОД изолирующего типа, как изолирующие противогазы.

Так, используя изолирующие противогазы, в рассматриваемом случае спасателю из состава формирования ГО приходится выполнять целый ряд работ, среди которых переноска пострадавших, ведение разведки в очаге химического заражения, дегазация оборудования и техники, переноска тяжести до 15 кг, крепление и обрушение конструкций зданий, угрожающих обвалом, тушение пожаров, установка (снятие) заглушек, создание разъемов фланцевых соединений, откопка и вскрытие заваленных убежищ и т. п. Данные действия по энергетическим затратам следует относить к работам средней тяжести и тяжёлым.

После анализа опыта работы кафедры пожарно-прикладной подготовки Уральского института ГПС МЧС России и научно-практического опыта иных специалистов [9–12] в качестве тренировок, по результатам проведения которых представлялось возможным выбрать один образец ДАСВ как лучшее СИЗОД, были определены следующие: рабочая проверка СИЗОД; надевание комплекта теплоотражающей одежды ТОК-200; боевое развертывание на автоцистерне с подачей одного ствола «Б» на два рукава (рис. 1–3).



Рисунок 1. Проведение тренировки «Рабочая проверка СИЗОД» для дыхательного аппарата «Зевс» (завершение тренировки)



Рисунок 2. Проведение тренировки «Надевание комплекта теплоотражающей одежды ТОК-200» для дыхательного аппарата АП «Омега» (один из этапов тренировки)



Рисунок 3. Проведение тренировки «Боевое развёртывание на автоцистерне с подачей одного ствола «Б» на два рукава» для дыхательного аппарата ПТС-Профи-М (завершение тренировки)

Исследования были реализованы в период с января по апрель 2021 г. Для выполнения НИР привлекались курсанты 3-го курса факультета пожарной и техно-сферной безопасности в ходе проведения практических занятий на кафедре пожарно-прикладной подготовки с использованием материальной части кафедры и учебной пожарно-спасательной части института. Разработанная методика проведения тренировок и контроля их результатов опиралась на ряд принципов и положений, в частности, к выполнению тренировочного упражнения не привлекались курсанты, несшие службу в наряде в день, предшествующий контрольному мероприятию, также для тренировок, проводимых на открытом воздухе, для разных групп выбирались дни с примерно схожими погодными условиями и т. п.

Расчётная часть была выполнена на кафедре безопасности в ЧС. При этом был учтён имеющийся массив статистических

данных. Экспериментальные данные обрабатывали методом корреляционного, вариационного и факторного статистического анализа с использованием пакета компьютерных программ Statistica 6.1. В статистической обработке величин, полученных опытным путём, нашли применение средние арифметические и средние квадратические, последние как простые, так и взвешенные [13].

При рассмотрении среднего арифметического, понимая, что обращение к ней, естественно, упростило бы все расчёты, всё же было учтено положение статистики о том, что среднеарифметическая величина представляет собой среднее слабое, при определении которого общий объём данного признака в совокупности данных поровну распределяется между всеми единицами, входящими в данную совокупность. Следовательно, такое важное понятие, как дисперсия полностью бы не учитывалось при получении результатов.

Лучший и худший результаты в каждой группе из общего массива статистических данных не исключались.

Работа с каждым образцом ДАСВ проводилась в разные дни, при этом к каждой тренировке, проводимой в рамках НИР, привлекалось 20 человек из числа наиболее подготовленных курсантов. В

итоге для практической реализации исследований в качестве статистического материала было представлено по 60 результатов измерений на каждый дыхательный аппарат для каждой определённой тренировки, что указывает на корректность проводимых статистических вычислений. Основные обобщённые результаты проведения тренировок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты проведения тренировок с дыхательными аппаратами со сжатым воздухом

Модель ДАСВ	Наименование тренировки и среднее значение результата выполнения, с		
	Рабочая проверка СИЗОД	Надевание комплекта теплоотражательной одежды ТОК-200	Боевое развёртывание на автоцистерне с подачей одного ствола «Б» на два рукава
АП «Омега»	52,5	69,0	17,0
ПТС-Профи-М	57,0	69,0	18,0
Зевс	41,5	64,0	15,0

Анализируя результаты всех рассмотренных в ходе проведения НИР тренировок, представляется возможным заключить, что дыхательный аппарат «Зевс» имеет более значимые перспективы использования в деятельности ГЗДС и иных формирований по сравнению с двумя другими отобранными дыхательными аппаратами – АП «Омега» и ПТС-Профи-М. При этом важно отметить, что преимущество временного показателя у ДАСВ «Зевс» в ходе тренировки «Рабочая проверка СИЗОД» имеет существенный характер, что можно принимать как решающий фактор в пользу выбора этого изделия.

Помимо представленных выше сведений следует также указать, что дыхательный аппарат «Зевс» по своему конструктивному исполнению обладает целым рядом особенностей, также свидетельствующих о его перспективности с точки зрения эргономических показателей.

Так, рассматривая конструктивные особенности ДАСВ «Зевс», необходимо обратить внимание на наличие в его комплекте манометра (рис. 4), отличающегося высоким уровнем информативности, позволяющим объективно оценить уровень содержания воздуха в баллоне, и тем самым в определённой степени обеспечить безопасность человека, использующего данное СИЗОД.



Рисунок 4. Манометр из комплекта ДАВС «Зевс» (внешний вид)

Также важно отметить, что входящая в состав изделия подвесная система «Комфорт» (рис. 5) с подмягченными поясным, плечевыми ремнями и накладкой на лопатки с разгрузочным ремешком отлича-

ется определённым удобством, обеспечивающим высокий уровень двигательных возможностей, т.е. двигательных умений и навыков при деятельности в реальной боевой обстановке.



Рисунок 5. Дыхательный аппарат со сжатым воздухом «Зевс» с подвесной системой «Комфорт» (внешний вид)

По особенностям исполнения подвесной системы представляется возможным утверждать, что дыхательный аппарат «Зевс» в этом случае не уступает лучшим зарубежным образцам рассматриваемой номенклатуры средств защиты, в частности аппаратам, выпускаемым компанией Dräger (ФРГ), таким как, например, Dräger PSS 5000 и Dräger PSS 4000.

Помимо этого, обращаясь к такой важной составляющей из системы факторов, влияющих на принятие решения о приобретении того или иного ДАСВ, как его стоимость, после изучения коммерческих предложений, исходящих от поставщиков, осуществляющих деятельность на территории Свердловской области, возможно утверждать, что аппарат «Зевс» не является самым дорогостоящим изделием и мало того отличается наименьшей стоимостью за единицу продукции.

Немаловажно отметить то обстоятельство, что в ходе выполнения НИР преподавателями кафедр до курсантов института, участвующих в опытной части, доводились принципы, порядок планирования и реализации натуральных экспериментов, что однозначно давало им определённый опыт

исследовательской работы и расширяло профессиональные компетенции. Кроме того, ещё при формировании общего замысла и методологии НИР коллективами кафедр в полной мере был реализован принцип интеграции в научное сообщество путём использования различных форм общения с профильными специалистами сторонних организаций при обсуждении вопросов планируемых исследований.

В последующем уже в ходе выполнения НИР на основании предложений, поступивших от лиц, профессионально владеющих вопросами исследований, в ходе выполнения исследований были внесены определённые корректировки, и, как потом показала практика, всё это отвечало интересам дела и имело верный характер.

Данные положения показали то, что вопреки мнению, иногда высказываемому отдельными специалистами, что научно-исследовательская составляющая в российских вузах остается второстепенной компонентой, при правильной организации НИР всегда будет достигнута одна из важнейших задач вузовской науки – разработка методологических и теоретических основ формирования и развития высшего

образования, что в полной мере касается вузов МЧС России.

По результатам выполненной научно-исследовательской работы [14] можно сделать следующие выводы:

1. Осуществлён выбор определённых моделей дыхательных аппаратов со сжатым воздухом с учётом их технических характеристик для выполнения тренировок на время.

2. Выбраны специальные тренировки, в процессе выполнения которых, стало возможно оценить удобство и иные показатели при работе с выбранными моделями дыхательных аппаратов.

Данные тренировки помимо деятельности газодымозащитной службы позволяют адекватно связать изучаемые изделия с работой личного состава формирова-

ний, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций с выбросом опасных веществ и сопровождающихся пожарами.

3. Обобщены и проанализированы полученные в ходе исследований сведения, на основе чего был определён наиболее перспективный образец из выбранных моделей средств индивидуальной защиты органов дыхания, а именно – дыхательный аппарат со сжатым воздухом «Зевс».

При этом важно отметить, что проведение в Уральском институте Государственной противопожарной службы МЧС России научно-исследовательской работы представленного плана свидетельствует об усилении влияния науки на решение образовательных и воспитательных задач, что несомненно определяет повышение эффективности формирования профессиональных компетенций курсантов.

Литература

1. Ермилов А. В., Орлов Е. А. Особенности развития аварийных ситуаций на химически опасных объектах // Мат. V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню гражданской обороны. М., 2021. Ч. III. С. 30–33.
2. Вишняков А. В. и др. О прогнозировании обстановки при аварии на химически опасном объекте // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 1 (59). С. 113–120.
3. Ионавский взрыв: 20 лет крупнейшей техногенной катастрофе в СНГ. URL: <http://news.mail.ru/incident/2448277> (дата обращения: 13.04.2021).
4. Башарин В. А. и др. Химические вещества как поражающий фактор пожаров // Военно-медицинский журнал. 2015. Т. 336, № 1. С. 22–28.
5. Батырев В. В. и др. Оценка эффективности и качества фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания населения в чрезвычайных ситуациях. М., 2017. 424 с.
6. Батырев В. В. Основные проблемы совершенствования российских средств индивидуальной и коллективной защиты // Вестник войск РХБ защиты. 2017. Т. 1, № 2. С. 28–38.
7. Малышев В. П. Состояние и перспективы развития средств и способов радиационной, химической и биологической защиты // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2013. № 2. С. 54–67.
8. Методические рекомендации по ликвидации последствий радиационных и химических аварий. Ч. 2. Ликвидация последствий химических аварий / под. ред. В. А. Владимирова. М., 2004. 186 с.
9. Давиденко А. С., Бочкарёв А. Н., Краснов И. А. Особенности работы газодымозащитной службы в условиях химического заражения // Пожарная и аварийная безопасность: сб. мат. X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 25-летию МЧС России. Иваново, 2015. С. 360–362.
10. Никишов С. Н., Баканов М. О., Максимова А. А. Определение степени сложности тренировок по газодымозащитной службе // Актуальные вопросы пожаротушения: сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. Иваново, 2019. С. 84–88.
11. Осипов А. В., Осипова Н. В., Заусаев А. А. Применение учебно-практического комплекса по подготовке пожарных и спасателей при обучении курсантов в Академии гражданской защиты МЧС России // Вестник НЦБЖД. 2016. № 2. С. 109–114.
12. Никишов С. Н., Чистяков И. М., Шипилов Р. М. Совершенствование методики проведения расчётов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания для обеспечения безопасности работающих звеньев газодымозащитной службы в непригодной для дыхания среде // Надёжность и долговечность машин и механизмов: сб. мат. IX Всерос. науч.-практ. конф. Иваново, 2018. С. 537–539.
13. Вуколов Э. Л. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операции с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М., 2015. 464 с.

14. Сравнительная оценка возможностей отдельных моделей дыхательных аппаратов со сжатым воздухом при борьбе с пожарами и при ликвидации чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах: отчёт о НИР (заключительный) / Уральский институт ГПС МЧС России; рук. А. О. Осипчук, И. С. Лазарев. Екатеринбург, 2021. 61 с.

References

1. Ermilov A. V., Orlov E. A. Osobennosti razvitiya avarijnyh situacij na himicheski opasnyh ob'ektah // Mat. V Mezhdunarod. nauch.-prakt. konf., posvyashch. Vsemirnomu dnyu grazhdanskoj oborony. M., 2021. CH. III. P. 30–33.
2. Vishnyakov A.V. et al. O prognozirovanii obstanovki pri avarii na himicheski opasnom ob'ekte // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2015. № 1 (59). S. 113–120.
3. Ionavskij vzryv: 20 let krupnejshej tekhnogennoj katastrofe v SNG. URL: <http://news.mail.ru/incident/2448277> (data obrashcheniya: 13.04.2021).
4. Basharin V. A. et al. Himicheskie veshchestva kak porazhayushchij faktor pozharov // Voенно-медицинский журнал. 2015. Т. 336, № 1. S. 22–28.
5. Batyrev V. V. et al. Ocenka effektivnosti i kachestva fil'truyushchih sredstv individual'noj zashchity organov dyhaniya naseleniya v chrezvychajnyh situacijah. M., 2017. 424 s.
6. Batyrev V. V. Osnovnye problemy sovershenstvovaniya rossijskih sredstv individual'noj i kollektivnoj zashchity // Vestnik vojsk RHB zashchity. 2017. Т. 1, № 2. S. 28–38.
7. Malyshev V. P. Sostoyanie i perspektivy razvitiya sredstv i sposobov radiacionnoj, himicheskoj i biologicheskoj zashchity // Strategiya grazhdanskoj zashchity: problemy i issledovaniya. M., 2013. № 2. S. 54–67.
8. Metodicheskie rekomendacii po likvidacii posledstvij radiacionnyh i himicheskikh avarij. CH. 2. Likvidaciya posledstvij himicheskikh avarij / pod. red. V. A. Vladimirova. M., 2004. 186 s.
9. Davidenko A. S., Bochkaryov A. N., Krasnov I. A. Osobennosti raboty gazodymozashchitnoj sluzhby v usloviyah himicheskogo zarazheniya // Pozharnaya i avarijnaya bezopasnost'. Ivanovo, 2015. S. 360–362.
10. Nikishov S. N., Bakanov M. O., Maksimova A. A. Opredelenie stepeni slozhnosti trenirovok po gazodymozashchitnoj sluzhbe // Aktual'nye voprosy pozharotusheniya. Ivanovo, 2019. S. 84–88.
11. Osipov A. V., Osipova N. V., Zausaev A. A. Primenenie uchebno-prakticheskogo kompleksa po podgotovke pozharnyh i spasatelej pri obuchenii kursantov v Akademii grazhdanskoj zashchity MCHS Rossii // Vestnik NCBZHD. 2016. № 2. S. 109–114.
12. Nikishov S. N., CHistyakov I. M., SHipilov R. M. Sovershenstvovanie metodiki provedeniya raschyotov parametrov raboty v sredstvah individual'noj zashchity organov dyhaniya dlya obespecheniya bezopasnosti robotayushchih zven'ev gazodymozashchitnoj sluzhby v neprigodnoj dlya dyhaniya srede // Nadyozhnost' i dolgovechnost' mashin i mekhanizmov. Ivanovo, 2018. S. 537–539.
13. Vukolov E. L. Osnovy statisticheskogo analiza. Praktikum po statisticheskim metodam i issledovaniyu operacii s ispol'zovaniem paketov STATISTICA i EXCEL M., 2015. 464 s.
14. Sravnitel'naya ocenka vozmozhnostej otdel'nyh modelej dyhatel'nyh apparatov so szhatym vozduhom pri bor'be s pozharami i pri likvidacii chrezvychajnyh situacij na himicheski opasnyh ob'ektah: otchyot o NIR (zaklyuchitel'nyj) / Ural'skij institut GPS MCHS Rossii; ruk. A. O. Osipchuk, I. S. Lazarev. Ekaterinburg, 2021. 61 s.