

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»  
(наименование кафедры)

20.03.01 «Техносферная безопасность»  
(код и наименование направления подготовки)

Пожарная безопасность  
(направленность (профиль)/ специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность объектов с массовым пребыванием людей на примере спортивного комплекса Лада-арена

Студент	<u>П.Д. Гейда</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Н.А. Неверова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>В.И. Фрезе</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

### Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## АННОТАЦИЯ

Тема данной работы: «Разработка мероприятий обеспечивающих пожарную безопасность объектов с массовым пребыванием людей на примере спортивного комплекса Лада-Арена».

В разделе «Характеристика объекта» описана характеристика спортивного комплекса «Лада-Арена».

В разделе «Технологический раздел» исследовано оборудование пожарных автоматических систем, конструктивные решения по эвакуации на случай возникновения пожара посетителей и персонала, приведены данные статистики пожаров на территории страны за 2017-2019 годы.

В разделе «Научно-исследовательский раздел» спрогнозированы и рассчитаны параметры пожара и обстановки на месте его возникновения по прибытии пожарных отделений на объект и обеспечения сил и средств для его ликвидации, разработан метод обеспечения пожарной безопасности и предложены технические решения для его реализации на данном для примера объекте.

В разделе «Охрана труда» представлены требования правил охраны труда при спасении людей и тушении пожаров силами пожарных подразделений ГПС.

В разделе «Охрана окружающей среды и экологическая безопасность» представлен перечень отходов ледового дворца спорта «Лада-Арена», которые образуются в процессе обеспечения административной деятельности спортивного объекта, а также при технологических процессах обеспечения общественного питания, рекламной деятельности и пропаганде спорта.

В разделе «Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности» рассчитан экономический эффект от монтажа и обслуживания оборудования автоматического пожаротушения в помещениях спортивного комплекса «Лада-Арена».

Пояснительная записка состоит из 62 страницы, которые содержат 9 таблиц, 8 рисунков.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Характеристика объекта	7
1.1 Расположение	7
1.2 Производимая продукция или виды услуг	12
1.3 Оборудование	12
2 Технологический раздел	16
2.1 План размещения оборудования	16
2.2 Описание технологических процессов	17
2.3 Анализ пожарной безопасности на участке	17
2.4 Система противопожарной защиты зданий и сооружений	19
2.5 Порядок привлечения сил и средств для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта	22
2.6. Организация надзорной деятельности за обеспечением противопожарного режима объекта	24
2.7 Статистический анализ сведений о пожарах на данном объекте и аналогичных объектах отрасли	25
3 Научно-исследовательский раздел	28
3.1 Выбор объекта исследования, обоснование	28
3.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности	28
3.3 Предлагаемое изменение в системе пожарной защиты объекта	29
3.3.1 Организация проведения спасательных работ	29
3.3.2 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны	32
3.3.3 Организация тушения пожара обслуживающим персоналом организации до прибытия пожарных подразделений	41
3.3.4 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения организации и города	42
3.3.5. Схема организации связи на пожаре	43

3.4 Предлагаемое или рекомендуемое изменение	43
4 Охрана труда	49
5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	51
5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду	51
5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду	53
5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000	53
6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	55
6.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации	55
6.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации	55
6.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	60

## ВВЕДЕНИЕ

За последние двадцать лет пожарная безопасность в России претерпела огромные изменения. Пожары и загорания, возникающие на территории страны, требуют разнообразных путей решения и модернизации технических средств обеспечения безопасности.

Проведение масштабных международных спортивных состязаний потребовало строительства уникальных с точки зрения обеспечения безопасности объектов и транспортной инфраструктуры.

Для организации пожарной безопасности на таких объектах потребовалась разработка современных методов обеспечения пожарной безопасности новых видов строительных материалов и строительных конструкций.

Для обеспечения пожарной безопасности современных строительных сооружений в процессе их строительства необходимо внедрять инновационные технологии в противопожарной защите и разрабатывать новые технические решения в области средств обнаружения загораний и их тушения.

Поэтому цель данной бакалаврской работы - разработка методов и средств совершенствования уровня обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей на примере спортивного комплекса «Лада-Арена».

Задачи для достижения поставленной цели:

- проанализировать обеспечение спортивного комплекса «Лада-Арена» первичными средствами тушения, системами пожарной автоматики и дымоудаления, конструктивными решениями для обеспечения эвакуации людей из помещений и нераспространения загорания;

- спрогнозировать и рассчитать параметры пожара и обстановки на месте его возникновения по прибытии пожарных отделений на объект и обеспечения сил и средств для его ликвидации;

- разработать метод обеспечения пожарной безопасности и предложить технические решения для его реализации на данном для примера объекте.

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АПС - автоматическая пожарная сигнализация

АЦ - автомобильная цистерна

ГДЗС - газодымозащитная служба

ГПС - государственная противопожарная служба

ГРЩ - главные вводно-распределительные щиты

КПНС - комплекс повысительных насосных станций

ЛДС - ледовый дворец спорта

НБУ - начальник боевого участка

НПУиЭ - неосторожное обращение с огнём

НТ - начальник тыла

НШ - начальник штаба

ПГ - пожарный гидрант

ПСЧ - пожарно-спасательная часть

РС - ручной ствол

РСК - ручной ствол комбинированный

РТП - руководитель тушения пожара

ТБО - твёрдые бытовые отходы

ЦППС - центральный пункт пожарной связи

# 1 Характеристика объекта

## 1.1 Расположение объекта

Ледовый дворец спорта «Лада-Арена» расположен на территории Автозаводского района города Тольятти по адресу: ул. Ботаническая, 5.

Участок расположен между ул. Ботаническая (с востока), Южным шоссе (с севера) и ул. Полякова (с запада) и находится на землях ОАО «АвтоВАЗагро» на территории строящегося жилого микрорайона «Калина».

Основные подходы и подъезды на территорию ЛДС «Лада-Арена» расположены с ул. Ботаническая.

Общая площадь участка – 8,34 га.

Площадь застройки – 1,88 га.

На территории ЛДС «Лада-Арена» представлены:

- основное здание;
- тренировочный каток;
- подземный паркинг на 166 м/м;
- наземные открытые автостоянки на 475 м/м, в том числе инвалидных 18 м/м;
- открытые стоянки для 20-ти автобусов.

Основное здание – это здание катка с искусственным льдом и трибунами на 7500 зрителей.

Здание основной арены ЛДС «Лада-Арена» имеет эллипсообразную форму. Общие размеры в плане  $76,5 \times 85,85$  м. Высота здания составляет 19,5 м.

Здание основной арены трехэтажное, при этом каждый этаж имеет меньшие размеры в плане, чем нижележащий. Максимальная высота до парапета наружной стены третьего этажа 27,21 м.

Высота первого этажа до низа плиты перекрытия 4,2 м (в части здания с уровнем чистого пола +0,600) и 4,8 м (в части здания с уровнем чистого пола 0,000).

Отметка уровня чистого пола второго этажа +5,100. Высота второго этажа до низа уровня плиты перекрытия 7,5 м. Отметка уровня чистого пола третьего

этажа +12,900.

Высота третьего этажа до низа уровня плиты перекрытия 4,6 м.

Также на первом этаже располагаются вестибюли при главных входах в здание, кассовый вестибюль с кассами, прокат коньков с помещением и мастерской заточки коньков, гардеробы верхней одежды для посетителей, гардеробные для хоккеистов с санитарно-бытовыми и вспомогательными помещениями для них, комната допинг-контроля, тренажерные залы с гардеробными, санитарно-бытовыми и вспомогательными помещениями при них, помещение льдоуборочных машин, судейские комнаты, гардеробные и санитарно-бытовые помещения для персонала, помещение скорой помощи, артистические, видеозал, холодильный центр, административные помещения, насосная пожаротушения, ЦПУ СПЗ, а также технические, складские и подсобные помещения.

На втором этаже располагаются фойе для зрителей главного ледового катка, буфет, гардеробы и санузлы для зрителей главного ледового катка, а также подсобные, технические и вспомогательные помещения. Также со второго этажа осуществляется выход на эксплуатируемую кровлю.

На третьем этаже располагаются ресторан на 100 посадочных мест, кухня ресторана со своими санитарно-бытовыми, производственными, складскими и подсобными помещениями, пресс-центр, административные помещения, места для журналистов, клубные и VIP ложи, технические, вспомогательные и подсобные помещения.

Вертикальная связь между этажами осуществляется по лифтам (5 штук), незадымляемым лестничным клеткам типа Н2 (4 штуки), внутренним открытым лестницам второго типа (две лестницы ведут с 1-го этажа на 2-ой и одна со 2-го на 3-ий).

Здание исполнено с железобетонным каркасом в монолитном исполнении. Каркас рамного типа с ригелями, жестко соединенными с колоннами, как в радиальном, так и в кольцевом направлениях, перекрытия толщиной 200 мм. Жесткость и пространственная неизменяемость здания обеспечиваются в обоих направлениях (поперечном и продольном) рамами с



жестким сопряжением ригелей с колоннами, наличием вертикальных ядер жесткости (лестничные клетки и шахты лифтов в монолитном ж/б исполнении) и сплошными монолитными ж/б дисками перекрытий.

Здание разделено на 8 температурных блоков. Максимальный размер температурного блока – 42 м.

Шатер покрытия металлический: фермы индивидуальные арочного типа развязаны системой вертикальных и горизонтальных связей, балки и прогоны по верхнему поясу и несущий профнастил.

Торцы шатра покрытия фахверкового типа: колонны, балки и ригели, несущие вертикальные ограждающие конструкции.

Покрытие опирается шарнирно через катковые (подвижные) и неподвижные опоры на колонны каркаса.

Вестибюли здания имеют криволинейную форму.

Каждый вестибюль разделен на 2 температурных блока.

Пристройки с ж/б каркасом в монолитном исполнении. Каркас рамного типа, аналогично основному зданию.

Жесткость и пространственная неизменяемость обеспечивается жестким сопряжением ригелей обоих направлений с колоннами и диском покрытия.

Части основного здания ЛДС «Лада-Арена» по функциональной пожарной опасности подразделяется на классы:

Ф 2.1 – ледовая площадка с трибунами для 7500 зрителей;

Ф 3.2 – предприятия общественного питания (ресторан, буфеты);

Ф 4.3 – офисные помещения;

Ф 5.1 – производственные помещения (холодильная станция, технические и вспомогательные помещения), мастерские;

Ф 5.2 – складские помещения, помещение для 2-х льдоуборочных машин.

Здание тренировочного катка пристроено к зданию основной арены и имеет в плане прямоугольную форму.

Размеры тренировочного катка в плане 79,5 × 43,5 м. Высота здания составляет 5,5 м, максимальная высота до парапета наружной стены – 14,2 м.

Здание тренировочного катка двухэтажное. Высота первого этажа до низа

плиты перекрытия 3,9 м. Отметка уровня чистого пола второго этажа +4,200. Отметка низа металлических конструкций покрытия +8,700.

На первом этаже расположены: тренировочная ледовая площадка (отметка ледового поля – 0,050), гардеробные для хоккеистов с санитарно-бытовыми и вспомогательными помещениями для них, судейская, тренерская, разминочный зал, а также административные, складские, технические, вспомогательные и подсобные помещения.

На втором этаже располагаются: трибуны на 475 человек, комментаторская кабина, помещение обслуживания табло, радиоузел, административные, технические, вспомогательные, санитарно-бытовые и подсобные помещения.

Вертикальная связь между этажами осуществляется по лестничным клеткам типа Л1.

Подземный паркинг – стоянка временного хранения автомобилей имеет:

- степень огнестойкости – II;
- класс пожарной опасности строительных конструкций – КО;
- класс конструктивной пожарной опасности – СО.

Подземный паркинг представляет собой отдельно стоящее здание. В плане здание имеет прямоугольную форму. Общие размеры в плане 66,0 × 97,5 м.

Высота здания от уровня чистого пола до низа железобетонной плиты покрытия составляет 3,0 м. Отметка уровня чистого пола составляет – 4,400, въезд осуществляется с отм. 0,000. Стоянка рассчитана на 166 автомобилей. Стоянка является полностью подземной, над землей выступают только выходы, ведущие из паркинга по лестничным клеткам и место въезда в паркинг. Высота до парапета наружной стены в месте въезда в паркинг – 3,8 м.

В паркинге размещаются помещения охраны, электрощитовая, венткамеры и подсобные помещения.

Подземная стоянка временного хранения автомобилей по функциональной пожарной опасности имеет класс:

Ф 5.2 – стоянка для автомобилей без технического обслуживания и ремонта.

Несущий каркас стоянки запроектирован с монолитными железобетонными колоннами.

Пространственная устойчивость и геометрическая неизменяемость здания обеспечивается поперечными и продольными рамами, образованными железобетонными колоннами каркаса с фундаментами, стенами, объединёнными монолитными железобетонными дисками перекрытиями.

Стены, марши и площадки лестничных клеток монолитные железобетонные.

Пределы огнестойкости несущих строительных конструкций здания более R-60 обеспечиваются с помощью конструктивной огнезащиты.

Наружные стены стоянки выполнены:

- из монолитного железобетона толщиной 300 мм с утеплением в надземной части из негорючих минераловатных плит «ROCKWOOL» ФАСАД БАТТС толщиной 50 мм. Утепление в зоне цоколя выполняется из плит полистирольных вспененных экструзионных Пеноплекс-35 толщиной 50 мм, с отделкой керамогранитом.

Внутренние стены стоянки:

- из монолитного железобетона толщиной 250 мм;
- из полнотелого керамического кирпича толщиной 250 мм на цементно-песчаном растворе марки М50.

Внутренние перегородки стоянки:

- из полнотелого керамического кирпича толщиной 120 мм на цементно-песчаном растворе марки М50.

Основание под кровлю выполняется из негорючих материалов (цементно-песчаная стяжка).

Теплоизоляция кровли выполнена из негорючих минераловатных плит ТЕХНОРУФ (толщиной 50мм). Верхнее покрытие кровли выполнено из поливинилхлоридной мембраны LOGICROOF толщиной 1,2 мм (группа горючести Г1) компании ТехноНИКОЛЬ.

## **1.2 Производимая продукция или виды услуг**

Основная арена предназначена для проведения соревнований:

- хоккея с шайбой (международного и Российского уровней).
- баскетбола (Российского и республиканского уровней); культурно-зрелищных и общественных мероприятий;
- использования льда для массовых катаний.

Здание тренировочного катка предназначено для учебно-тренировочных занятий, включая тренировки в спортивном зале.

Подземный паркинг не предназначен для стоянки автомобилей с двигателями, работающими на сжиженном и природном углеводородном газе.

## **1.3 Оборудование**

В центре здания располагаются ледовое поле основной арены с трибунами для зрителей вокруг него. Отметка уровня ледового поля 0,000, размеры поля 30,0 × 60,0 м. Высота от уровня ледового поля до низа металлических конструкций покрытия составляет 17,56 м.

По периметру ледового поля располагаются: места для запасных игроков, площадки для размещения телекамер, места для инвалидов-колясочников, боксы для судей и оштрафованных игроков.

Для создания необходимого напора в сети хозяйственно-питьевого водопровода ЛДС «Лада-Арена» принимается установка повышения давления фирмы «GRUNDOS» с насосами производительностью  $Q=100,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором  $H=31,6 \text{ м}$ , мощностью  $N=4 \text{ кВт}$  (3 рабочих, 1 резервный).

Для создания необходимого напора в период пожара принимается насосная установка (отм. -3,80 м) фирмы «GRUNDOS» с консольными моноблочными насосами производительностью  $Q=222 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором  $H=64 \text{ м}$ , мощностью  $N=55,5 \text{ кВт}$  (2 рабочих, 2 резервных) и жокей-насос – вертикальный многоступенчатый центробежный насос производительностью  $Q=4 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором  $H=70,7 \text{ м}$ , мощностью  $N=2,2 \text{ кВт}$  (1 рабочий) с мембранным баком 130 л.

Для сбора аварийных и плановых спусков из сетей водоснабжения и теплоснабжения на отм. -3,80 м предусмотрен приямок с дренажными насосами фирмы «GRUNDOS» производительностью  $Q=27,40 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором  $H=4,0 \text{ м}$ , мощностью  $N=1,6 \text{ кВт}$  (1 рабочий, 1 резервный).

Комплекс повысительных насосных станций на территории «Лада-Арена» предназначен решить следующие задачи:

- повышение давление в сети в режиме хозяйственно-питьевого водопотребления;
- повышение давления в сети в режиме пожаротушения;
- повышение давления в обратном трубопроводе тепловой сети;
- учет расхода тепла на территории «Лада-Арена», посредством установки узла учета в помещении КПНС.

Работа насосной станции предусматривается без постоянного дежурного персонала. Управление работой насосов – автоматическое.

Помещение КПНС оборудуется телефонной связью с помещением центрального диспетчерского поста «Лада-Арена». На входе в здание насосной предусмотрено световое табло «Насосная станция пожаротушения», соединенное с аварийным освещением.

Комплекс повысительных насосных станций предназначен для повышения давления в сети в режиме пожаротушения.

Для создания необходимого напора в период пожара принимается насосная установка (отм. -3,80 м) фирмы «GRUNDOS» с консольными моноблочными насосами производительностью  $Q=222 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором  $H=64 \text{ м}$ , мощностью  $N=55,5 \text{ кВт}$  (2 рабочих, 2 резервных) и жокей-насос – вертикальный многоступенчатый центробежный насос производительностью  $Q=4 \text{ м}^3/\text{ч}$ , напором  $H=70,7 \text{ м}$ , мощностью  $N=2,2 \text{ кВт}$  (1 рабочий) с мембранным баком 130 л.

Для подключения установки КПНС к передвижной пожарной технике предусматриваются 2 патрубка  $\text{Ø}200 \text{ мм}$  с обратным клапаном, задвижкой и головкой  $\text{Ø}77$ , выведенные наружу на отм. 1,35 от отмостки.

Согласно функциональным зонам объекта сети электроснабжения выполнены автономными для следующих зон:

- основная арена;
- тренировочный каток;
- стоянка временного хранения автомобилей (подземный паркинг).

Главные вводно-распределительные щиты для данных зон исполнены с двумя независимыми секциями шин 380/220В с глухозаземленной нейтралью, устройством АВР на вводах, с установкой секционных выключателей, с автоматическими выключателями на вводах и на отходящих линиях, с установкой измерительных блоков- индикаторов FDM121 фирмы «Schneider Electric» с интерфейсом, работающим по каналу связи «Modbus».

Для потребителей электрических нагрузок на объекте предусмотрена установка двух отдельно стоящих трансформаторных подстанций РУ 10 кВ, РУ 0,4 кВ.

Для электроснабжения потребителей главной арены предусмотрены главные вводно-распределительные щиты ГРЩ, расположенные в электрощитовых здания в количестве 12 штук.

Для электроснабжения потребителей тренировочного катка предусмотрены главные вводно-распределительные щиты ГРЩ, расположенные в электрощитовых катка в количестве 3 штук.

Электроснабжение подземного паркинга предусмотрено от ТП двумя взаиморезервируемыми кабельными линиями.

Для электропитания шкафов управления пожарными насосами предусматривается установка местного АВР, электропитание АВР выполняется отдельными линиями, от разных секций ГРЩ ОВ1.

Электропитание шкафов дымоудаления выполняется отдельными линиями от разных секций ГРЩ ДУ. Шкафы дымоудаления выполняются с устройством автоматического ввода резерва.

Отопление зданий осуществляется по закрытой схеме, от местных водонагревателей, установленных в ЦТП «Лада-Арены». Теплоноситель – подогретая вода с параметрами  $t=130-70^{\circ}\text{C}$ . Распределительные гребенки

систем отопления и теплоснабжения расположены в тепловом пункте и в помещениях венткамер на 1 этаже. Для отопления помещений 1-3 этажей принята 2-х трубная система отопления с горизонтальной поэтажной разводкой. Параметры теплоносителя 80-60°C. Трубопроводы расположены в конструкции пола – из сшитого полиэтилена REXAU RAUTITAN-pink в изоляции «K-FLEX» толщиной 6 мм. В качестве отопительных приборов приняты конвекторы «ИзоТерм» с нижним подключением приборов. Отопление ледового поля, которое складывается из водяного дежурного отопления, рассчитанного на  $t+5^{\circ}\text{C}$  с учетом теплопотерь от ледового поля и воздушного отопления, обеспечивающего температуру в зале во время тренировок  $+14^{\circ}\text{C}$  и  $18^{\circ}\text{C}$  – на время соревнований. Параметры теплоносителя 95-70°C. В качестве отопительных приборов приняты регистры из гладких ст. труб.

Вентиляция административных, подсобно-вспомогательных помещений, ресторана, тренажерных залов – приточно-вытяжная с механическим побуждением. В качестве приточных агрегатов приняты установки типа VS производства VTS Clima (Польша). Для приточных агрегатов предусмотрена автоматизация. В качестве воздухораспределительных устройств используются регулируемые диффузоры DVS, решетки АМН, АМП, АПР, АПН. Приточные и вытяжные диффузоры в подвесных потолках соединены с магистральными воздуховодами через гибкий воздуховод Aludec 45.

## 2 Технологический раздел

### 2.1 План размещения оборудования

На территории ЛДС «Лада-Арена» представлены:

- основное здание;
- тренировочный каток;
- подземный паркинг на 166 м/м;
- наземные открытые автостоянки на 475 м/м, в том числе инвалидных 18 м/м;
- открытые стоянки для 20-ти автобусов.

Схема объектов ЛДС «Лада-Арена» и оборудования наружного противопожарного водоснабжения изображено на рисунке 2.1

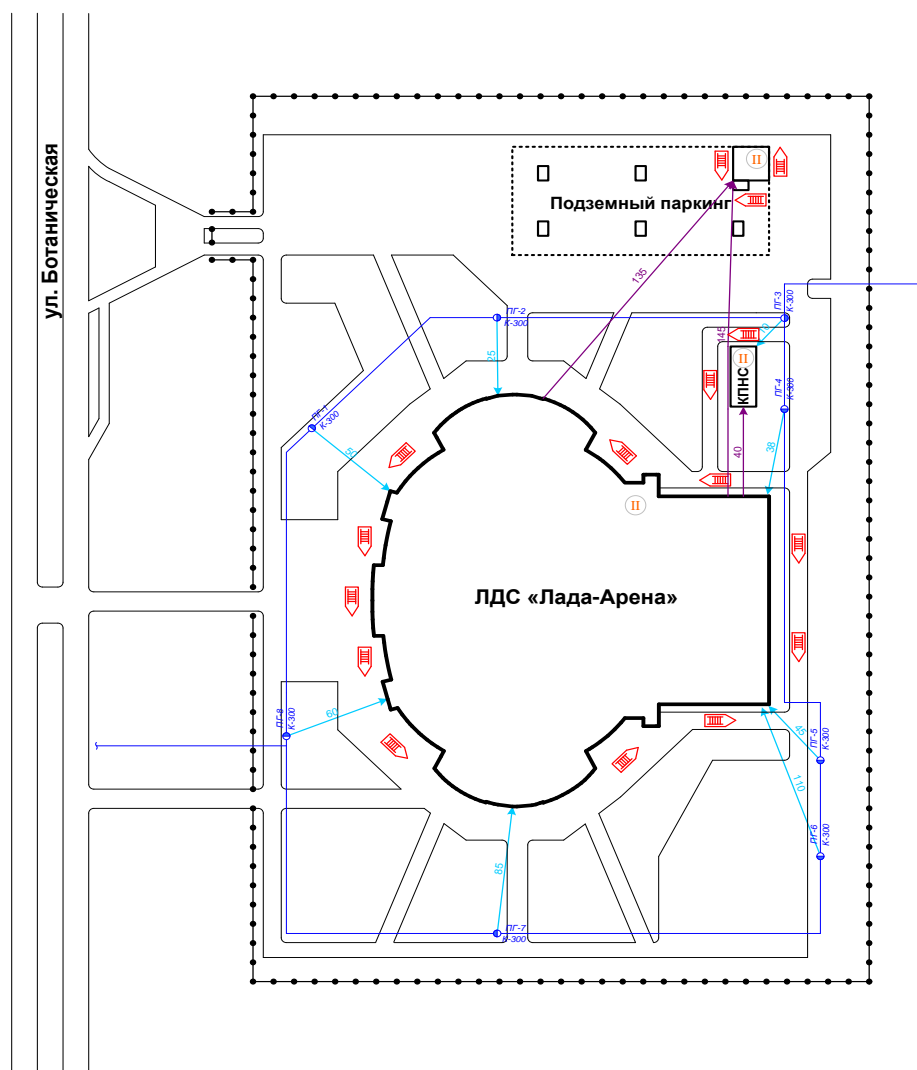


Рисунок 2.1 - Схема объектов ЛДС «Лада-Арена» и оборудования наружного противопожарного водоснабжения



## **2.2 Описание технологических процессов**

Данная ледовая арена универсальна, она несет в себе:

- спортивные функции – проведение хоккейных матчей международного уровня, уровня КХЛ, соревнований по фигурному катанию и соревнований по волейболу и баскетболу с общей вместимостью 7500 зрителей;
- культурные функции – общим видом культурных мероприятий являются, прежде всего, массовые праздники – концертные, театральные, танцевальные и т. д.;
- развлекательные функции;
- общественные престижные события;
- выставки и шоу;
- мероприятия, кино и телевидение.

## **2.3 Анализ пожарной безопасности на участке**

Конструктивные, объемно-планировочные, инженерно-технические и организационные мероприятия обеспечивают пожарную безопасность объекта на высоком уровне. Поэтому, наиболее вероятными местами возникновения пожара в зданиях ЛДС «Лада-Арена», и требующими привлечение наибольшего количества сил и средств для их ликвидации будут считаться помещения, не связанные напрямую со спортивно-развлекательными мероприятиями, такие помещения, где находится наибольшее количество электрооборудования и/или присутствует максимальная пожарная нагрузка.

При наличии в здании основной арены большого количества кладовых, складских помещений и инвентарных, за один из возможных вариантов принимаем возникновение пожара в одном из таких помещений, а именно в складе на 1 этаже здания (пом. 30 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»), как в одном из складских помещений, с наибольшей пожарной нагрузкой на наибольшей площади склада.

Складское помещение расположено на 1 этаже на отм. 0,000 в северной части здания основной арены ЛДС «Лада-Арена» в пределах пожарного отсека №2.

Складское помещение криволинейной формы общей площадью 403,3 м<sup>2</sup>.  
Высота помещения 4,85 м.

Внутренняя отделка помещения:

- полы – бетонные, шлифованные.
- стены – кирпич, оштукатуренный.
- потолок – ж/б межэтажное перекрытие.
- двери – противопожарные EI 30.

Пожарная нагрузка помещения представлена в виде стульев дерматиновых в бумажной упаковке для организации доп. Мест в кол-ве 1500 шт., щитов деревянных – 2 м<sup>3</sup>, мин.ваты – 5 м<sup>3</sup>, электрокар и прочие материалы.

Хранение преимущественно напольное.

При возникновении пожара в складе на 1 этаже возможны следующие пути его распространения:

а) в пределах пожарного отсека № 1:

- на всю площадь склада,

б) при не срабатывании систем противопожарной защиты:

- в пожарный отсек № 2;
- в смежные складские помещения.

В целом на объекте при проектировании объемно-планировочных решений заложены достаточно высокие требования по несущей способности строительных конструкций. Однако при развившемся пожаре и высоком тепловом воздействии возможно локальное обрушение ограждающих и подвесных конструкций помещений.

При пожаре возможно задымление всех помещений здания в пределах одного пожарного отсека.

Для предотвращения распространения продуктов горения в здании предусмотрены тамбур-шлюзы с подпором воздуха, однако при прокладке через них рукавных линий они будут не эффективны, по этому необходимо принимать все возможные меры для эвакуации и спасания людей из задымленной зоны до прокладки рукавных линий через тамбур-шлюзы. Возможно отравление продуктами горения, потеря ориентации в помещении

из-за уменьшения дальности видимости, получение ожогов от нагретых продуктов горения и лучистого тепла.

Зона теплового воздействия должна оставаться в пределах ограниченных противопожарными преградами, однако при развившемся пожаре она будет зависеть от зоны распространения нагретых продуктов горения и по вышеуказанным причинам может распространиться на вышележащий от места пожара этаж и зависеть от мест наиболее интенсивного излучения пламени и воздействия конвективных потоков.

## **2.4 Система противопожарной защиты зданий и сооружений**

Система управления противопожарной защитой ЛДС «Лада-Арена» исполнена на основе общего алгоритма функционирования систем противопожарной защиты объекта, включая системы:

- пожаротушения,
- пожарной сигнализации,
- противодымной защиты,
- оповещения людей о пожаре.

Управление исполнительными механизмами и устройствами противопожарной защиты осуществляется в автоматическом, дистанционном и ручном режимах.

Основное здание и здание тренировочного катка ЛДС «Лада-Арена» оборудованы системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 5-го типа.

Для помещений подземного паркинга реализована система оповещения 2-го типа.

Обратная связь зон оповещения с диспетчерской реализована путем установки в зонах оповещения вызывных панелей «ТОО» и приемной панели, установленной в диспетчерской ЦПУ СПЗ (помещение 86 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»).

Автоматической системой пожарной сигнализации оборудованы все помещения (за исключением мокрых процессов) зданий ЛДС «Лада-Арена» с

возможностью подачи аварийных сигналов в помещение ЦПУ СПЗ (помещение 86 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»).

АПС выдает сообщение о пожаре диспетчеру и в автоматическом режиме передает сообщение об обнаружении признаков возгорания с точностью до зоны в комплекс ППА (сигнал «Пожар-Адрес»).

Во всех защищаемых помещениях устанавливается не менее двух пожарных извещателей, для формирования сигналов на управление в автоматическом режиме установками дымоудаления, оповещения, и инженерного оборудования (отключение общеобменной вентиляции, электропотребителей, не связанных с жизнедеятельностью здания и безопасностью людей, опускание лифтов на первый этаж и т.д.).

Пространство над подвесными потолками здания (в помещениях, где они имеются в наличии) также защищается пожарными извещателями.

В зданиях предусмотрена установка ручных пожарных извещателей у выходов на лестничные клетки и выходах из помещений на высоте 1,5 м от уровня чистого пола до кнопки.

Автоматическая система пожаротушения построена по централизованному принципу, здание оснащено единой насосной противопожарного водоснабжения, узлами управления, напорными, магистральными и распределительными трубопроводами.

В зданиях предусмотрено:

- автоматическая система пожаротушения в зданиях;
- создание дренчерной завесы между пожарными отсеками №1 и №2 основного здания ЛДС «Лада-Арена»;
- внутренний противопожарный водопровод (пожарные краны) в зданиях;
- единая система диспетчеризации АСПТ с подачей сигналов контроля и управления в помещение ЦПУ СПЗ и насосную.

Противодымная вентиляция с механическим побуждением предусматривает:

- системы дымоудаления из спортивных арен с трибунами для зрителей;
- системы дымоудаления из холодильного центра на отм. 0,000;
- системы дымоудаления из помещения льдоуборочных машин на отм. 0,000;
- системы дымоудаления из помещения кладовой на отм. 0,000;
- системы дымоудаления из коридоров без естественного освещения длиной более 15 м;
- системы дымоудаления из вестибюля главной спортивной арены на отм. 0,000;
- системы дымоудаления из зала ресторана на отм. +12,900;
- системы дымоудаления из двухсветного пространства основной арены;
- системы подпора при пожаре в лестничные клетки типа Н2;
- системы подпора в шахты лифтов;
- системы подпора в зоны безопасности.

Расход дыма определяется по периметру очага пожара и обеспечивает незадымляемую зону в нижней части помещений.

Все дымовые клапаны предусматриваются с пределом огнестойкости EI 60, оснащаются реверсивным электромеханическим приводом с автоматическим и дистанционным управлением.

Вентиляторы систем дымоудаления и подпора воздуха расположены на кровле. В установке приняты крышные вентиляторы дымоудаления фирмы «ВЕЗА».

Для нужд пожаротушения объектов ЛДС «Лада-Арена» предусматривается кольцевой водопровод Ø 300 мм с пожарными гидрантами, располагаемыми на расстоянии не более 2,5 м от бордюров дорог. Радиус действия пожарных гидрантов принят 120-130 м.

Для работы пожарных гидрантов площадки, систем автоматического пожаротушения зданий основной и тренировочной арены, подземного паркинга, а также для водопровода в режиме хозяйственно-питьевого

водопотребления на территории ЛДС «Лада-Арена» установлен комплекс повысительных насосных станций, располагаемый в отдельно стоящем здании.

Кольцевая сеть подает воду после КПНС в режиме пожаротушения в количестве 450 м<sup>3</sup>/ч, давление в режиме пожаротушения составляет максимально 59 м.

Противодымная защита противодействует распространению продуктов горения в начальный момент пожара в здании и обеспечивает безопасные условия для эвакуации людей, вне зависимости от места возникновения пожара.

Для каждого пожарного отсека предусмотрены самостоятельные системы противодымной защиты.

Огнезадерживающие клапаны оборудуются ручным и электромеханическим приводом с автоматическим и дистанционным управлением.

Электродвигатели вентсистем и воздуховоды заземляются.

## **2.5 Порядок привлечения сил и средств для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта**

Маршрут следования 69 ПСЧ до объекта: направо по ул. Транспортная до перекрестка с 4-ым проездом, повернуть направо на 4-ый проезд, далее по 4-ому проезду прямо до перекрестка с круговым движением на Южном шоссе, круговое движение, 3-й съезд на ул. Ботаническая, далее прямо по ул. Ботаническая до разворота, не доезжая 50 м до остановочного пункта общественного транспорта «АвтоВАЗагро», разворот, движение в обратном направлении прямо, поворот направо в проезд на территорию объекта, заезд на территорию объекта. (Расстояние 2 км.).

Расписание выездов пожарно-спасательных отделений, которые привлекаются на тушение загораний и ликвидации ЧС на данном объекте указано в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Расписание выездов пожарно-спасательных отделений, которые привлекаются на тушение загораний и ликвидации ЧС на данном объекте.

Ранг пожара	Подразделения	Количество и тип пожарных автомобилей	Численность боевого расчета/ звенов ГДЗС	Расстояния от пожарных подразделений до объекта, км	Время следования, мин.	Количество огнетушащего вещества	
						Воды, л	ПО, л
1	2	3	4	5	6	7	8
№1	69 ПСЧ	1 АЦ	4/1	2	3	3200	200
№1	75 ПСЧ	1 АЦ	4/1	5	7	3200	200
	Итого:		8/2			6400	400
Всего:		2 АЦ					
№1 Бис	76 ПЧ	1 АЦ	4/1	5,7	8	2500	300
№1 Бис	11 ПСЧ	1 АЦ	4/1	3,7	5	3200	200
№1 Бис	11 ПСЧ	1 КП/АЛ	1/0	3,7	5	0	0
	Итого:		17/4			12100	900
Всего:		4 АЦ, 1 КП/АЛ					
№2	86 ПСЧ	1 АЦ	4/1	11,3	15	3000	180
№2	86 ПСЧ	1 АЛ	1/0	11,3	15	0	0
№2	86 ПСЧ	1 АГ	1/0	11,3	15	0	0
№2	146 ПСЧ	1 АЦ	4/1	14,3	19	6000	300
№2	70 ПСЧ	1 АЦ	4/1	12,3	16,5	2350	165
№2	АСС МКУ ЦГЗ	1 АСА	4/1	12,7	17	0	0
№2	АСС МКУ ЦГЗ	1 АСА	4/1	12,7	17	0	0
№2	13 ПСЧ	1 АЦ	4/1	18	24	3000	180
№2	ПЧ цеха №35	1 АЦ	4/1	28,3	38	3000	180
№2	69 ПСЧ	1 АР	1/0	2	3	0	0
№2	69 ПСЧ	1 ПНС	1/0	2	3	0	0
№2	81 ПСЧ	1 ПХ	1/0	4,5	6	0	3200
	Итого:		50/11			29450	5105
Всего:		9 АЦ, 2 КП/АЛ, 2 АСА, 1 АГ, 1 ПНС, 1 АР, 1 ПХ					
№3	11 ПСЧ	1 АЦ	4/1	3,7	5	3200	200
№3	35 ПСЧ	1 АЦ	4/1	14,5	19,5	2350	165
№3	63 ПСЧ	1 АЦ	4/1	31	41,5	3000	180
№3	9 СПЧ по ТКП	1 АЦ	4/1	95	127	3000	180
	Итого:		66/15			41000	5830
Всего:		13 АЦ, 2 КП/АЛ, 2 АСА, 1 АГ, 1 ПНС, 1 АР, 1 ПХ					
№4	71 ПСЧ	1 АЦ	4/1	50	67	3000	180
№4	8 ПСЧ	1 АЦ	4/1	75	100	3000	180
	Итого:		74/17			47000	6190
Всего:		15 АЦ, 2 КП/АЛ, 2 АСА, 1 АГ, 1 ПНС, 1 АР, 1 ПХ					
АСР	ГКУ ПСС СО	1 АСА	6/1	10	13,5	0	0
АСР	АСС МКУ ЦГЗ	1 АСА	4/1	12,7	17	0	0
АСР	АСС МКУ ЦГЗ	1 АСА	4/1	12,7	17	0	0
АСР	13 ПСЧ	1 АСМ	2/0	18	24	0	0
АСР	9 СПЧ по ТКП	1 ПСП	4/1	95	127	0	0

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
АСР	9 СПЧ по ТКП	1 АСО	1/0	95	127	0	0
	Итого:		21/4			0	0
Всего:		3 АСА, 1 АСМ, 1 ПСП, 1 АСО					

## **2.6 Организация надзорной деятельности за обеспечением противопожарного режима объекта**

На объекте проводилась независимая оценка пожарного риска лицензируемой организацией, о чём имеется соответствующее заключение о соблюдении на объекте обязательных требований в области пожарной безопасности.

«К отношениям, связанным с осуществлением федерального государственного пожарного надзора, организацией и проведением проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, применяются положения Федерального закона от 26 декабря 2008 года N 294-ФЗ "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля" с учетом особенностей организации и проведения проверок, установленных настоящей статьей и включающих применение риск-ориентированного подхода, при котором осуществляется отнесение объекта защиты, территории или земельного участка к определенной категории риска, в том числе с учетом результатов независимой оценки пожарного риска (аудита пожарной безопасности), предусмотренной Федеральным законом от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности", если независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности) проводилась» [1].

## **2.7 Статистический анализ сведений о пожарах на данном объекте и аналогичных объектах отрасли**

В целом по стране на протяжении пяти лет обстановка с пожарами и последствиями от них имеет устойчивую положительную динамику снижения.



Так за последние блетколичество пожаров уменьшилось на 18,3%, количество погибших при них людей – на 32,9% (рис. 2.1), травмированных –на 23,4.

На рисунке 2.2 изображена динамика изменения количества пожаров и погибших людей на пожарах в Российской Федерации в 2012-2017 г.г.



Рисунок 2.2 - Динамика изменения количества пожаров и погибших людей на пожарах в Российской Федерации в 2012-2017 г.г.

«В 2017 г. на территории Российской Федерации зарегистрировано 133077 пожаров, на которых погибло 7824 чел. и получили травмы 9361 чел., в том числе на объектах федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, осуществляющих самостоятельный учет пожаров и их последствий 233 пожара, на которых погибло 8 чел. и получили травмы 6 чел. По сравнению с 2016 г. количество пожаров уменьшилось на 4,7 %, погибших при пожарах –на 10,7 %, людей, получивших травмы при пожарах, –на 5,5 %. Прямой материальный ущерб причинен в размере 14 217,3 млн. руб. (-0,7 %). Уменьшилось количество погибших на пожарах детей на 16,0 %. Подразделениями ГПС на пожарах спасено 165 тыс. 438 чел., в том числе эвакуировано 119 тыс. 848 чел. и материальных ценностей на сумму около 49,9 млрд. руб.» [12].

«Наибольшее количество пожаров зарегистрировано в жилом секторе. Их доля от общего числа пожаров по Российской Федерации составила 70,2% (за 2016г. –69,6%)» [12].

На рисунке 2.3 изображено распределение количества пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2017 г. по объектам возникновения пожаров

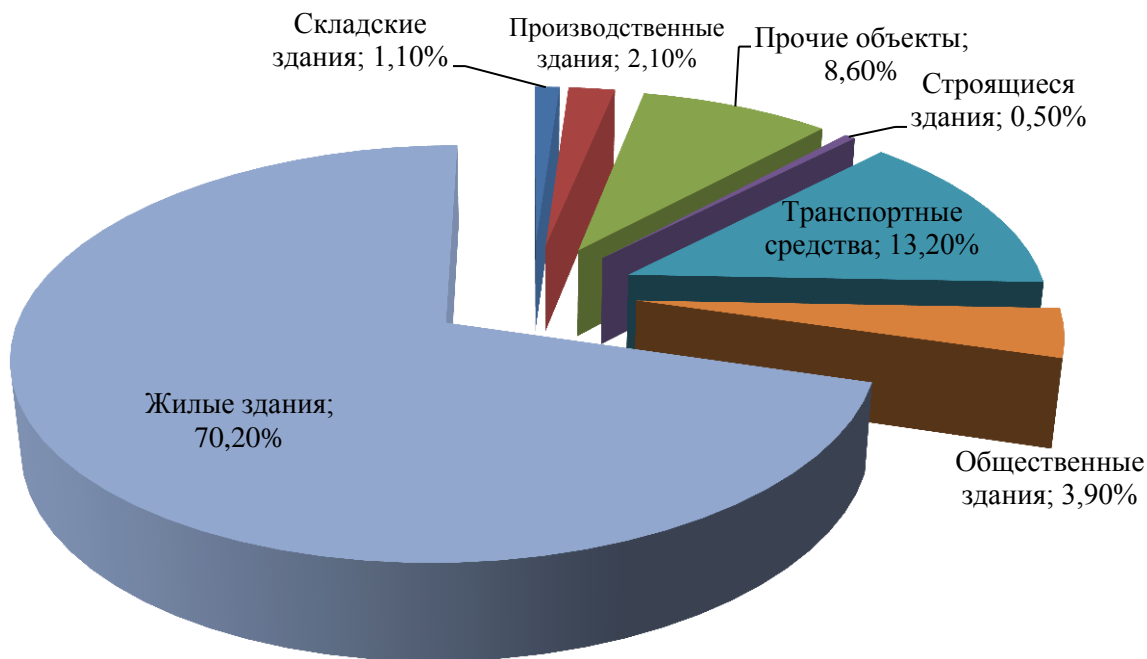


Рисунок 2.3 - Распределение количества пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2017 г. по объектам возникновения пожаров

«По сравнению с 2016 г., снижение количества пожаров зарегистрировано на следующих видах объектов: здания общественного назначения – на 8,7%, здания жилого сектора – на 3,9%, транспортные средства – на 8,9%, строящиеся (реконструируемые) объекты – на 11,8%, прочие здания и сооружения, на открытых территориях – на 5,7%. Увеличение количества пожаров зарегистрировано на следующих видах объектов: производственные здания – на 3,5%, складские здания – на 6,8%, сельскохозяйственные объекты – на 1,0%» [12].

«В 2017г. из-за неосторожного обращения с огнем произошло 28,7% от общего количества пожаров (за 2016г. – 28,5%), при которых погибло 4549 чел. (58,2% от общего количества, за 2016г. – 57,6%) и 4462чел. получило травмы (47,7%, за 2016г. – 48,4%). В 2017г. количество пожаров, связанных с

нарушением правил устройства и эксплуатации (НПУиЭ) электрооборудования, составило 30,5%. Значительное число пожаров произошло по причине НПУиЭ печного отопления -15,2% от общего количества» [12].

На рисунке 2.4 изображено Распределение количества пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2017 г., по причинам возникновения пожаров

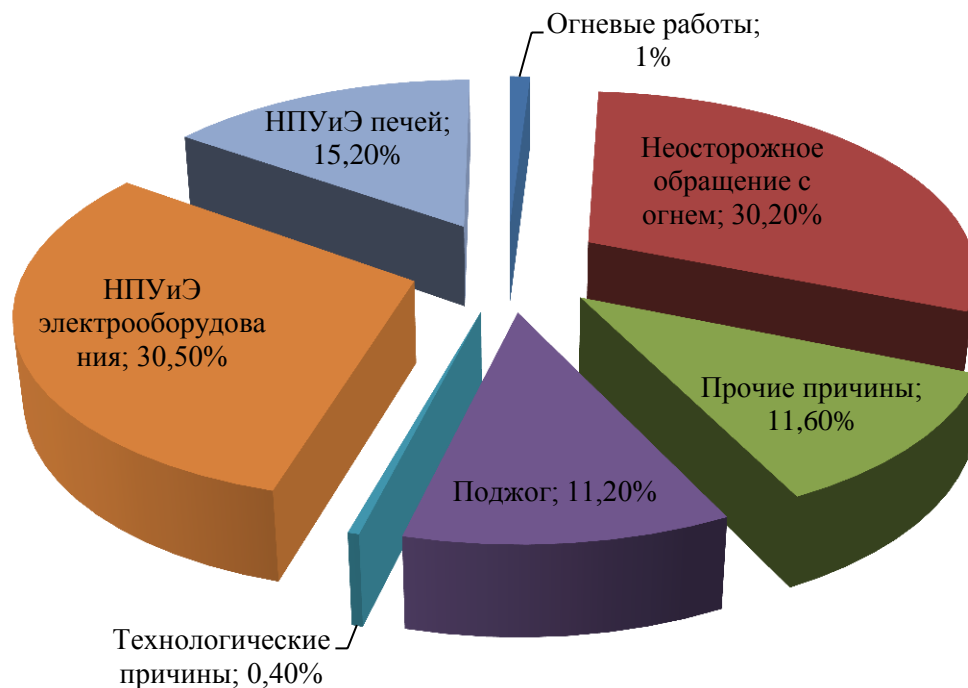


Рисунок 2.4 - Распределение количества пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2017 г., по причинам возникновения пожаров

## **3 Научно-исследовательский раздел**

### **3.1 Выбор объекта исследования, обоснование**

При наличии в здании основной арены большого количества кладовых, складских помещений и инвентарных, рассмотрим обеспечение пожарной безопасности в одном из складских помещений, с наибольшей пожарной нагрузкой на наибольшей площади склада.

Складское помещение расположено на 1 этаже на отм. 0,000 в северной части здания основной арены ЛДС «Лада-Арена» в пределах пожарного отсека №2.

Складское помещение криволинейной формы общей площадью 403,3 м<sup>2</sup>.

Пожарная нагрузка помещения представлена в виде стульев дерматиновых в бумажной упаковке для организации доп. Мест в кол-ве 1500 шт., щитов деревянных – 2 м<sup>3</sup>, мин.ваты – 5 м<sup>3</sup>, электрокар и прочие материалы.

«Пожары в складских помещениях из-за высокой плотности горючей нагрузки характеризуются быстрым ростом температуры и увеличением площади пожара, что существенно затрудняет их тушение и приводит к серьезному материальному ущербу. Часто пожар на складе, не оборудованном автоматической системой пожаротушения, приводит к полному сгоранию хранящихся на нем материалов и обрушению строительных конструкций из-за высокой температуры. Системы пожаротушения складов и производственных цехов должны быть направлены в первую очередь на быструю локализацию пожара и предотвращение значительного материального ущерба. Большая концентрация горючих материалов требует больших расходов воды на пожаротушение» [14].

### **3.2 Анализ существующих принципов, методов и средств обеспечения пожарной безопасности**

Автоматическая система пожаротушения построена по централизованному принципу, здание оснащено единой насосной противопожарного водоснабжения, узлами управления, напорными, магистральными и распределительными трубопроводами.

Для распыления воды использованы оросители спринклерные с одинаковой производительностью.

Размещение оросителей и количество приняты из расчета обеспечения необходимой интенсивности орошения. Расстояния между оросителями принято с учетом нормативных требований, конструкций перекрытий, но не более 2 м от стены и не более 4 м между оросителями.

В качестве контрольно-пусковых узлов управления использованы узлы управления (F-200) водонаполненной спринклерной системы со спринклерным клапаном AV.

### **3.3 Предлагаемое изменение в системе пожарной защиты объекта**

У данной системы автоматического пожаротушения на складе есть некоторые минусы:

- тушение пожара производится по площади помещения склада из оросителей размещённых под перекрытием без учёта объёмного размещения горючей загрузки на стеллажах.

Предлагаемое изменение – в качестве автоматического пожаротушения на складе необходимо внедрить принцип объёмного тушения.

#### **3.3.1 Организация проведения спасательных работ**

Арена вмещает 7500 зрителей, на время проведения концерта партер вмещает 500 человек. Для зрителей предусмотрены трибуны, а на первом этаже бличеры (трибуны, состоящие из раздвигающихся секций телескопического типа).

Зрители маломобильной группы населения поднимаются на свои места отдельно по пандусу. Зрительские места для инвалидов расположены на первом этаже, для них предусмотрен отдельный санузел.

Для прессы, TV-камер, комментаторов, переводчиков, судей, множительной техники и т.п. предусмотрены отдельные помещения.

Во время перерывов для зрителей в вестибюлях работают буфеты, на третьем этаже – ресторан, клубные и VIP-ложи. Для зрителей предусмотрены гардеробы, санузлы.

VIP-зрители проходят на свои места через отдельный вход, поднимаясь на лифте. VIP-ложи расположены на третьем этаже на отм.+10,500 м.

Спортивно-массовые мероприятия проводятся в одну смену.

Сотрудники проходят на свои рабочие места через два охранно-пропускных пункта в гардеробы (предусмотрены раздевалки для мужчин и женщин с душевыми и санузлами), ИТР в кабинеты.

Кассовый вестибюль имеет самостоятельный наружный вход и непосредственно не соединен с охраной, для кассиров и администратора предусмотрена отдельная комната персонала и отдельный санузел.

Численность работников арены и административно-управленческого персонала, входящих непосредственно в штат – 90 чел.

В дни проведения массовых спортивных мероприятий дополнительно привлекаются контролеры, гардеробщики и официанты.

Для выполнения отдельных видов работ привлекаются работники специализированных организаций на договорной основе. К ним относятся работники ресторана, баров и буфетов, киосков, их численность составляет 58 человек:

- основные производственные рабочие ресторана – 5 человек;
- вспомогательные рабочие ресторана – 5 человек;
- вспомогательные рабочие ресторана – 16 человек;
- официанты – 17 человек (5 человек постоянно, 12 человек на проведение массовых мероприятий из расчета 2 клубных ложи на 1 официанта);
- буфетчицы – 16 человек;
- продавцы киосков – 4 человека.

На время проведения массовых мероприятий для привлеченных сотрудников дополнительно используются раздевалки на первом этаже и комната персонала на 3 этаже.

Выходы из основной арены ЛДС «Лада-Арена» осуществляются:

- с 1 этажа - 2 основных выхода через лестничные клетки с восточной стороны, 2 основных выхода через лестничные клетки с западной стороны, 1 отдельный выход с северной стороны, 1 отдельный выход с южной стороны, 2 отдельных эвакуационных выхода через кассовый зал, 2 отдельных эвакуационных выхода с западной стороны, 3 отдельных выхода с восточной стороны через 1-й этаж тренировочного катка;

- со 2 этажа - 2 основных выхода через лестничные клетки с восточной стороны, 2 основных выхода через лестничные клетки с западной стороны, 1 отдельный выход через 1-й этаж с северной стороны, 1 отдельный выход через 1-й этаж с южной стороны, 3 выхода с восточной стороны через лестничные клетки 2-го этажа тренировочного катка;

с 3 этажа - 2 основных выхода через лестничные клетки с восточной стороны, 2 основных выхода через лестничные клетки с западной стороны, 1 отдельный выход через 2-й этаж.

Выходы из Тренировочного катка осуществляются:

- с 1 этажа - 1 основной выход с северной стороны, 1 основной выход с южной стороны, 2 эвакуационных выхода с восточной стороны;

- со 2 этажа - 1 основной выход через лестничную клетку с северной стороны, 1 основной выход через лестничную клетку с южной стороны, 1 эвакуационный выход через лестничную клетку с восточной стороны.

Выходы из Подземного паркинга осуществляются:

с подземного этажа - 6 эвакуационных выходов через лестничные клетки, 1 выход через автомобильные ворота въезда/выезда.

Выходы из здания КПНС осуществляются:

из подземного помещения - 1 эвакуационный выход через лестничный марш, через помещение 1 этажа с западной стороны;

из помещений 1 этажа - 2 основных выхода (по 1 из каждого помещения) с западной стороны.

Выходы на кровлю главной спортивной арены предусмотрены со всех четырех лестничных клеток и четырех наружных пожарных лестниц типа П1 на перепаде высот с кровли тренировочной арены на главную арену. В местах

перепада высот кровли над основной ареной (площадь возвышающейся кровли 5290,1 м<sup>2</sup>) предусмотрены шесть наружных пожарных лестниц типа П1.

Выходы на кровлю тренировочного катка (площадь 3440,0 м<sup>2</sup>) предусмотрены по наружным пожарным лестницам типа П1 в количестве четырех штук.

### 3.3.2 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны

Рассмотрим тушение пожара в складском помещении (пом. 30 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»).

Складское помещение расположено на 1 этаже на отм. 0,000 в северной части здания основной арены ЛДС «Лада-Арена» в пределах пожарного отсека №2.

Складское помещение криволинейной формы общей площадью 403,3 м<sup>2</sup>. Высота помещения 4,85 м. Хранение преимущественно напольное.

Нахождение времени свободного развития пожара на момент времени прибытия первого пожарного подразделения (1 отд. 69 ПСЧ).

К месту вызова через 3 мин. прибывает 1 отделение 69 ПСЧ на АЦ.

Тактические возможности: 1 звено ГДЗС, 1 ствол РС-70 или 1 ствол РСК-50 с фактическим расходом  $Q_{\text{ф}} = 7,4$  л/с или 3,7 л/с соответственно.

$$T_{\text{св}} = T_{\text{дс}} + T_{\text{сб1}} + T_{\text{сл1}} + T_{\text{бр1}} = 1 + 1 + 3 + 3 = 8 \text{ (мин.)}. \quad (3.1)$$

Определение возможной длины пути распространения пожара.

$$R_1 = 0,5 \times V_{\text{л}} \times T_1 = 0,5 \times 1,2 \times 8 = 4,8 \text{ (м)}, \quad (3.2)$$

где  $T_1 = T_{\text{св}}$ .

При возникновении загорания в северо-восточном углу помещения, пожар будет иметь следующие параметры:

$$S_{\text{п1}} = 0,5 \times \alpha \times R_1^2 = 0,5 \times 1,58 \times 4,8^2 \approx 18,2 \text{ (м}^2\text{)}, \quad (3.3)$$

где  $\alpha = 90^\circ \approx 1,58$  рад.

$$S_{\text{т1}} = S_{\text{п1}} = 18,2 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Определяем необходимый расход огнетушащих средств на тушение пожара.

$$Q_{\text{тр.туш.}} = S_{\text{т1}} \times J_{\text{тр}} = 18,2 \times 0,2 = 3,64 \text{ (л/с)}. \quad (3.4)$$



Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара.

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.туш.}} / q_{\text{ств.}} = 3,64 / 3,7 \approx 1 \text{ ствол РСК-50.} \quad (3.5)$$

$$Q_{\text{ф.туш.}} = 1 \times 3,7 = 3,7 \text{ (л/с)} \quad (3.6)$$

Исходя из тактических соображений и конструктивных особенностей здания, на защиту необходимо подать следующее число стволов:

– 1 ствол РСК-50 на защиту смежного складского помещения (пом. 26 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);

– 1 ствол РСК-50 на защиту коридора с севера (пом. 28 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»).

$$Q_{\text{ф.защ.}} = 2 \times 3,7 = 7,4 \text{ (л/с)} \quad (3.7)$$

Определяем общий расход воды требуемый на тушение пожара и защиту.

$$Q_{\text{об.}} = Q_{\text{ф.туш.}} + Q_{\text{ф.защ.}} = 3,7 + 7,4 = 11,1 \text{ (л/с)} \quad (3.8)$$

Вывод: Фактически отделений 69 ПСЧ недостаточно для локализации и ликвидации пожара, т.к.  $Q_{\text{общ.}} > Q_{\text{ф}}$  по тактическим возможностям, прибывает всего 1 АЦ (б/р 4 чел.).

Определяем возможную обстановку на пожаре на момент времени прибытия пожарного подразделения, прибывающего вторым (2 отд. 11 ПСЧ).

К месту вызова через 5 мин. прибывают 2 отделения 11 ПСЧ на АЦ и АЛ.

Тактические возможности (с учетом первых прибывших подразделений):

2 звена ГДЗС, 2 ствола РС-70 или 2 ствола РСК-50 с фактическим расходом  $Q_{\text{ф}} = 14,8$  л/с или 7,4 л/с соответственно.

Определение возможной длины пути распространения пожара.

$$R_2 = R_1 + 0,5 \times V_{\text{л}} \times T_{\text{П}} = 4,8 + 0,5 \times 1,2 \times (5 - 3) = 6 \text{ (м)}, \quad (3.9)$$

где  $T_{\text{П}} = T_{\text{сл2}} - T_{\text{сл1}}$ .

Определение площади пожара.

$$S_{\text{п2}} = 0,5 \times \alpha \times R_2^2 = 0,5 \times 1,58 \times 6^2 \approx 28,4 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.10)$$

$$S_{\text{т2}} = 0,25 \times \pi \times h_{\text{Т}} \times (2 \times R_2 - h_{\text{Т}}) = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 6 - 5) \approx 27,5 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Определяем необходимый расход огнетушащих средств на тушение пожара.

$$Q_{\text{тр.туш.}} = S_{\text{т2}} \times J_{\text{тр}} = 27,5 \times 0,2 = 5,5 \text{ (л/с)} \quad (3.11)$$

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара.

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.туш.}} / q_{\text{ств.}} = 5,5/7,4 = 1 \text{ ствол РС-70} \quad (3.12)$$

$$Q_{\text{ф.туш.}} = 1 \times 7,4 = 7,4 \text{ (л/с)} \quad (3.13)$$

Определяем требуемое количество стволов на защиту.

Исходя из тактических соображений и конструктивных особенностей здания, на защиту необходимо подать следующее число стволов:

– 1 ствол РСК-50 на защиту смежного складского помещения (пом. 26 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);

– 1 ствол РСК-50 на защиту коридора с севера (пом. 28 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»).

$$Q_{\text{ф.заш.}} = 2 \times 3,7 = 7,4 \text{ (л/с)} \quad (3.14)$$

Определяем общий расход воды требуемый на тушение пожара и защиту.

$$Q_{\text{об.}} = Q_{\text{ф.туш.}} + Q_{\text{ф.заш.}} = 7,4 + 7,4 = 14,8 \text{ (л/с)} \quad (3.15)$$

Вывод: Фактически отделений 69 ПСЧ и 11 ПСЧ недостаточно для локализации и ликвидации пожара, т.к.  $Q_{\text{об.}} > Q_{\text{ф}}$  по тактическим возможностям, прибывает всего 2 АЦ (б/р 8 чел.), а подать необходимо 1 ствол РС-70 и 2 ствола РСК-50.

Определяем возможную обстановку на пожаре на момент времени прибытия пожарного подразделения, прибывающего третьим (1 отд. 75 ПСЧ).

К месту вызова через 7 мин. прибывает 1 отделение 75 ПСЧ на АЦ.

Тактические возможности (с учетом прибывших подразделений):

3 звена ГДЗС, 3 ствола РС-70 или 3 ствола РСК-50 с фактическим расходом

$Q_{\text{ф}} = 22,2 \text{ л/с}$  или  $11,1 \text{ л/с}$  соответственно.

Определение возможной длины пути распространения пожара.

$$R_3 = R_2 + 0,5 \times V_{\text{л}} \times T_{\text{П}} = 6 + 0,5 \times 1,2 \times (7 - 5) = 7,2 \text{ (м)}, \quad (3.16)$$

где  $T_{\text{П}} = T_{\text{сл3}} - T_{\text{сл2}}$ .

Определение площади пожара.

$$S_{\text{ПЗ}} = 0,5 \times \alpha \times R_3^2 = 0,5 \times 1,58 \times 7,2^2 \approx 41 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.17)$$

$$S_{\text{ТЗ}} = 0,25 \pi h_{\text{Т}} (2 \times R_3 - h_{\text{Т}}) = 0,25 \times 3,14 \times 5 (2 \times 7,2 - 5) \approx 36,9 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.18)$$

Определяем необходимый расход огнетушащих средств на тушение пожара.

$$Q_{\text{тр.туш.}} = S_{\text{тз}} \times J_{\text{тр}} = 36,9 \times 0,2 = 7,38 \text{ (л/с)} \quad (3.19)$$

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара.

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.туш.}} / q_{\text{ств.}} = 7,38 / 7,4 \approx 1 \text{ ствол РС-70} \quad (3.20)$$

$$Q_{\text{ф.туш.}} = 1 \times 7,4 = 7,4 \text{ (л/с)} \quad (3.21)$$

Определяем требуемое количество стволов на защиту.

Исходя из тактических соображений и конструктивных особенностей здания, на защиту необходимо подать следующее число стволов:

- 1 ствол РСК-50 на защиту смежного складского помещения (пом. 26 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);
- 1 ствол РСК-50 на защиту коридора с севера (пом. 28 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);
- 1 ствол РСК-50 на защиту вестибюля на 2 этаже выше места пожара.

$$Q_{\text{ф.защ.}} = 3 \times 3,7 = 11,1 \text{ (л/с)} \quad (3.22)$$

Определяем общий расход воды требуемый на тушение пожара и защиту.

$$Q_{\text{об.}} = Q_{\text{ф.туш.}} + Q_{\text{ф.защ.}} = 7,4 + 11,1 = 18,5 \text{ (л/с)} \quad (3.23)$$

Вывод: Фактически отделений 69 ПСЧ, 11 ПСЧ и 75 ПСЧ недостаточно для локализации и ликвидации пожара, т.к.  $Q_{\text{об.}} > Q_{\text{ф}}$  по тактическим возможностям, прибывает всего 3 АЦ (б/р 12 чел.), а подать необходимо 1 ствол РС-70 и 3 ствола РСК-50.

Определяем возможную обстановку на пожаре на момент времени прибытия пожарного подразделения, прибывающего четвертым (1 отд. 76 ПЧ).

К месту вызова через 8 мин. прибывает 1 отделение 76 ПЧ на АЦ.

Тактические возможности (с учетом прибывших подразделений):

4 звена ГДЗС, 4 ствола РС-70 или 4 ствола РСК-50 с фактическим расходом

$Q_{\text{ф}} = 29,6 \text{ л/с}$  или  $14,8 \text{ л/с}$  соответственно.

Определение возможной длины пути распространения пожара.

$$R_4 = R_3 + 0,5 \times V_{\text{л}} \times T_{\text{п}} = 7,2 + 0,5 \times 1,2 \times (8 - 7) = 7,8 \text{ (м)}, \quad (3.24)$$

где  $T_{\text{п}} = T_{\text{сл4}} - T_{\text{сл3}}$ .

Определение площади пожара.

$$S_{\text{п4}} = 0,5 \times \alpha \times R_4^2 = 0,5 \times 1,58 \times 7,8^2 \approx 48 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.25)$$

$$S_{T4}=0,25 \times \pi \times h_T \times (2R_4 - h_T) = 0,25 \times 3,14 \times 5 (2 \times 7,8 - 5) = 41,6 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.26)$$

Определяем необходимый расход огнетушащих средств на тушение пожара.

$$Q_{\text{тр.туш.}} = S_{T4} \times J_{\text{тр}} = 41,6 \times 0,2 = 8,3 \text{ (л/с)} \quad (3.27)$$

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара.

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.туш.}} / q_{\text{ств.}} = 8,3 / 7,4 \approx 1 \text{ ствол РС-70 и 1 ствол РСК-50} \quad (3.28)$$

$$Q_{\text{ф.туш.}} = 1 \times 7,4 + 1 \times 3,7 = 11,1 \text{ (л/с)} \quad (3.29)$$

Определяем требуемое количество стволов на защиту.

Исходя из тактических соображений и конструктивных особенностей здания, на защиту необходимо подать следующее число стволов:

- 1 ствол РСК-50 на защиту смежного складского помещения (пом. 26 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);
- 1 ствол РСК-50 на защиту коридора с севера (пом. 28 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);
- 1 ствол РСК-50 на защиту вестибюля на 2 этаже выше места пожара.

$$Q_{\text{ф.заш.}} = 3 \times 3,7 = 11,1 \text{ (л/с)} \quad (3.30)$$

Определяем общий расход воды требуемый на тушение пожара и защиту.

$$Q_{\text{об.}} = Q_{\text{ф.туш.}} + Q_{\text{ф.заш.}} = 11,1 + 11,1 = 22,2 \text{ (л/с)} \quad (3.31)$$

Вывод: Фактически отделений 69 ПСЧ, 11 ПСЧ, 75 ПСЧ и 76 ПЧ недостаточно для локализации и ликвидации пожара, т.к.  $Q_{\text{об.}} > Q_{\text{ф}}$  по тактическим возможностям, прибывает всего 4 АЦ (б/р 16 чел.), а подать необходимо 1 ствол РС-70 и 4 ствола РСК-50.

Определяем возможную обстановку на пожаре на момент времени прибытия пожарных подразделений, прибывающих пятыми (3 отд. 86 ПСЧ).

К месту вызова через 15 мин. прибывают 3 отделения 86 ПСЧ на АЦ, АГ и АЛ.

Тактические возможности (с учетом прибывших подразделений):

5 звеньев ГДЗС, 5 стволов РС-70 или 5 стволов РСК-50 с фактическим расходом  $Q_{\text{ф}} = 37$  л/с или 18,5 л/с соответственно.

Определение возможной длины пути распространения пожара.

$$R_5 = R_4 + 0,5 \times V_{\text{л}} \times T_{\text{П}} = 7,8 + 0,5 \times 1,2 \times (15 - 8) = 12 \text{ (м)}, \quad (3.31)$$

где  $T_{\Pi} = T_{\text{сл5}} - T_{\text{сл4}}$ .

Определение площади пожара.

$$S_{\text{п5}} = 0,5 \times \alpha \times R_5^2 = 0,5 \times 1,58 \times 12^2 \approx 114 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.32)$$

$$S_{\text{т5}} = 0,25 \times \pi \times h_{\text{т}} \times (2R_5 - h_{\text{т}}) = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 12 - 5) \approx 74,5 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.33)$$

Определяем необходимый расход огнетушащих средств на тушение пожара.

$$Q_{\text{тр.туш.}} = S_{\text{т5}} \times J_{\text{тр}} = 74,5 \times 0,2 = 14,9 \text{ (л/с)} \quad (3.34)$$

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара.

$$N_{\text{ств.}} = Q_{\text{тр.туш.}} / q_{\text{ств.}} = 14,9 / 7,4 \approx 2 \text{ ствола РС-70 и 1 ствол РСК-50} \quad (3.35)$$

$$Q_{\text{ф.туш.}} = 2 \times 7,4 + 1 \times 3,7 = 18,5 \text{ (л/с)} \quad (3.36)$$

Определяем требуемое количество стволов на защиту.

Исходя из тактических соображений и конструктивных особенностей здания, на защиту необходимо подать следующее число стволов:

– 1 ствол РСК-50 на защиту смежного складского помещения (пом. 26 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);

– 1 ствол РСК-50 на защиту коридора с севера (пом. 28 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);

– 1 ствол РСК-50 на защиту вестибюля на 2 этаже выше места пожара.

$$Q_{\text{ф.защ.}} = 3 \times 3,7 = 11,1 \text{ (л/с)} \quad (3.37)$$

Определяем общий расход воды требуемый на тушение пожара и защиту.

$$Q_{\text{об.}} = Q_{\text{ф.туш.}} + Q_{\text{ф.защ.}} = 18,5 + 11,1 = 29,6 \text{ (л/с)} \quad (3.38)$$

Вывод: Фактически отделений 69 ПСЧ, 11 ПСЧ, 75 ПСЧ, 76 ПЧ и 86 ПСЧ недостаточно для локализации и ликвидации пожара, т.к.  $Q_{\text{об.}} > Q_{\text{ф}}$  по тактическим возможностям, прибывает всего 5 АЦ (б/р 20 чел.), а подать необходимо 2 ствола РС-70 и 4 ствола РСК-50.

Определяем возможную обстановку на пожаре на момент времени прибытия пожарного подразделения, прибывающего шестым (1 отд. 70 ПСЧ).

К месту вызова через 16,5 мин. прибывает 1 отделение 70 ПСЧ на АЦ.

Тактические возможности (с учетом прибывших подразделений):

6 звеньев ГДЗС, 6 стволов РС-70 или 6 стволов РСК-50 с фактическим расходом  $Q_{\text{ф}} = 44,4$  л/с или 22,2 л/с соответственно.

Определение возможной длины пути распространения пожара.

$$R_6 = R_5 + 0,5 \times V_{л} \times T_{П} = 12 + 0,5 \times 1,2 \times (16,5 - 15) = 12,9 \text{ (м)}, \quad (3.39)$$

где  $T_{П} = T_{сл6} - T_{сл5}$ .

Определение площади пожара.

$$S_{п6} = 0,5 \times \alpha \times R_6^2 = 0,5 \times 1,58 \times 12,9^2 \approx 131,5 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.40)$$

$$S_{т6} = 0,25 \times \pi \times h_{Т} \times (2R_6 - h_{Т}) = 0,25 \times 3,14 \times 5 \times (2 \times 12,9 - 5) = 81,64 \text{ (м}^2\text{)} \quad (3.41)$$

Определяем необходимый расход огнетушащих средств на тушение пожара.

$$Q_{тр.туш.} = S_{т6} \times J_{тр} = 81,64 \times 0,2 = 16,3 \text{ (л/с)} \quad (3.42)$$

Определяем необходимое количество стволов на тушение пожара.

$$N_{ств.} = Q_{тр.туш.} / q_{ств.} = 16,3 / 7,4 \approx 2 \text{ ствола РС-70 и 1 ствол РСК-50} \quad (3.43)$$

$$Q_{ф.туш.} = 2 \times 7,4 + 1 \times 3,7 = 18,5 \text{ (л/с)} \quad (3.44)$$

Определяем требуемое количество стволов на защиту.

Исходя из тактических соображений и конструктивных особенностей здания, на защиту необходимо подать следующее число стволов:

– 1 ствол РСК-50 на защиту смежного складского помещения (пом. 26 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);

– 1 ствол РСК-50 на защиту коридора с севера (пом. 28 на плане 1 этажа основной арены ЛДС «Лада-Арена»);

– 1 ствол РСК-50 на защиту вестибюля на 2 этаже выше места пожара.

$$Q_{ф.защ.} = 3 \times 3,7 = 11,1 \text{ (л/с)} \quad (3.45)$$

Определяем общий расход воды требуемый на тушение пожара и защиту.

$$Q_{об.} = Q_{ф.туш.} + Q_{ф.защ.} = 18,5 + 11,1 = 29,6 \text{ (л/с)} \quad (3.46)$$

Вывод: Фактически отделения 69 ПСЧ, 11 ПСЧ, 75 ПСЧ, 76 ПЧ, 86 ПСЧ и 70 ПСЧ обеспечат подачу 2 стволов РС-70 и 1 ствола РСК-50 на тушение и 3 стволов РСК-50 на защиту звеньями ГДЗС, что достаточно для локализации и ликвидации пожара, так как звеньев ГДЗС достаточно и фактический расход огнетушащих средств больше общего требуемого на тушение и защиту расхода.

Проверяем обеспеченность объекта водой.

При наличии в непосредственной близости вокруг объекта кольцевого водопровода  $\varnothing 300$  мм с двумя ближайшими гидрантами ПГ-1 в 50 м и ПГ-2 в

25 м от здания с общим расходом воды в водопроводе при напоре 40 м – 235 л/с, объект обеспечен водой для тушения возможного пожара, т.к. 235 л/с > 29,6 л/с.

Определяем требуемое количество пожарных автомобилей для подачи огнетушащих средств.

$$N_M = Q_{об.} / (0,8 \times Q_H) = 29,6 / (0,8 \times 40) \approx 1 \text{ АЦ} \quad (3.47)$$

Вывод: Так как, на тушение задействованы 2 ствола РС-70 и 1 ствол РСК-50, а на защиту необходимо подать 3 ствола РСК-50, то принимаем схему развертывания, при которой подаем 1 ствол РС-70 и 1 ствол РСК-50 на тушение и 1 ствол РСК-50 на защиту от АЦ, установленной на ПГ-2, 1 ствол РС-70 на тушение и 2 ствола РСК-50 на защиту от АЦ, установленной на ПГ-1.  $N_M = 2$  АЦ.

Определяем количество рукавов в магистральной линии от АЦ, установленной на ПГ-2.

$$N_{рук} = 1,2 \times L/20 = 1,2 \times 50 / 20 = 3 \text{ шт.} \quad (3.48)$$

Определяем необходимый напор на насосе АЦ, установленной на ПГ-2.

$$H_H = N_{рук} \times S \times Q^2 \pm Z_M \pm Z_{ст} + H_{ст} + 10 = 3 \times 0,015 \times 14,8^2 + 0 + 0 + 40 + 10 \approx 60 \text{ (м)}. \quad (3.49)$$

Определяем предельное расстояние для подачи воды от АЦ, установленной на ПГ-2.

$$L_{пр} = [H_H - (H_p \pm Z_M \pm Z_{ст})] \times 20 / S \times Q^2 = [60 - (50 + 0)] \times 20 / 0,015 \times 14,8^2 \approx 60 \text{ (м)} \quad (3.50)$$

Вывод: Таким образом, данный ПГ можно использовать при выбранной схеме развертывания, так как предельное расстояние превышает расстояние до ПГ-2.

Определяем количество рукавов в магистральной линии от АЦ, установленной на ПГ-1.

$$N_{рук} = 1,2 \times L/20 = 1,2 \times 50 / 20 = 3 \text{ шт.} \quad (3.51)$$

Определяем необходимый напор на насосе АЦ, установленной на ПГ-1.

$$H_H = N_{рук} \times S \times Q^2 \pm Z_M \pm Z_{ст} + H_{ст} + 10 = 3 \times 0,015 \times 14,8^2 + 0 + 5,1 + 40 + 10 \approx 65 \text{ (м)} \quad (3.52)$$

Определяем предельное расстояние для подачи воды от АЦ, установленной на ПГ-1.

$$L_{пр} = [H_H - (H_p \pm Z_M \pm Z_{ст})] \times 20 / S \times Q^2 = [65 - (50 + 5,1)] \times 20 / 0,015 \times 14,8^2 \approx 60 \text{ (м)} \quad (3.53)$$

Вывод: Таким образом, данный ПГ можно использовать при выбранной схеме развертывания, так как предельное расстояние превышает расстояние до ПГ-1.

Определяем общий расход воды при ликвидации пожара и защите негорящих конструкций.

$$Q_{\text{общ}}^B = Q_{\text{ф.туш.}} \times 60 \times \tau_p \times K_3 + Q_{\text{ф.защ.}} \times 3600 \times \tau_3 = 18,5 \times 60 \times 20 \times 5 + 11,1 \times 3600 \times 3 = 230880 \text{ (л)} \\ \approx 230 \text{ м}^3.$$

Определяем требуемое количество звеньев ГДЗС.

Тушение пожара – 3 звена ГДЗС (9 чел.);

Защита смежного склада – 1 звена ГДЗС (3 чел.);

Защита примыкающего коридора с севера – 1 звено ГДЗС (3 чел.);

Проверка помещений 2 этажа, возможная эвакуация людей, защита вестибюля выше места пожара – 1 звено ГДЗС (3 чел.);

Резерв – 2 звена ГДЗС (6 чел.).

ИТОГО: 6 рабочих звеньев ГДЗС (18 чел.) + 2 звена резерв (6 чел.).

$$N_{\text{ГДЗС}} = N_{\text{ГДЗС}}^{\text{туш.}} + N_{\text{ГДЗС}}^{\text{защ.}} + N_{\text{ГДЗС}}^{\text{рез.}} = 3 + 3 + 2 = 8 \text{ звеньев ГДЗС} \quad (3.54)$$

Определяем требуемую численность личного состава.

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{ст}}^T \times 3 + N_{\text{ст}}^3 \times 3 + N_{\text{ГДЗС}}^{\text{рез.}} \times 3 + N_{\text{м}} + N_{\text{пб}} = 3 \times 3 + 3 \times 3 + 2 \times 3 + 2 + 6 = 32 \text{ (чел.)} \quad (3.55)$$

Определяем требуемое количество пожарных отделений основного назначения.

$$N_{\text{отд}} = N_{\text{л/с}} / 4 = 32 / 4 = 8 \text{ отделений} \quad (3.56)$$

По требуемому числу подразделений, согласно гарнизонному расписанию выезда, нужно принять вызов № 2 на пожар.

### 3.3.3 Организация тушения пожара обслуживающим персоналом организации до прибытия пожарных подразделений

Организация тушения пожара обслуживающим персоналом организации до прибытия пожарных подразделений заключается в разработке инструкций по действиям персонала при обнаружении пожара на предприятии.

Инструкция по действиям персонала предприятия при возникновении загорания в здании ЛДС «Лада-Арена» приведена в таблице 3.1.



Таблица 3.1 – Инструкция по действиям персонала предприятия при возникновении загорания в здании ЛДС «Лада-Арена»

Расчёт добровольной пожарной дружины	Должность сотрудника	Алгоритм действия
-	Первый обнаруживший пожар	Сообщает в пожарную охрану по телефону 01, 101 на ЦППС о пожаре по адресу ул. Ботаническая, 5, место возникновения пожара.
1	Дежурный электрик, заместитель директора по техническим вопросам	Обесточивает помещение и выписывает допуск на отключение электроэнергии. Проводит мероприятия связанные с эвакуацией людей.
2	Охранник ООО ЧОО «Гром»	Приступает к тушению имеющимися первичными средствами.
3	Нач. отдела ЛДС «Лада-Арена»	Руководит работой расчёта – звена пожаротушения, встречает прибывшие подразделения ПО.

### 3.3.4 Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения организации и города

Порядок взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения объекта и города указан в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Организация взаимодействия подразделений пожарной охраны со службами жизнеобеспечения объекта и города

Решаемые задачи	Служба	Привлекаемые должностные лица
1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оказать первую помощь пострадавшим и при необходимости организовать их отправку в лечебное учреждение.</li> <li>- При наличии большого числа пострадавших, совместно с сотрудниками милиции и администрацией объекта организовать их размещение в благоустроенных объектах</li> <li>- По требованию РТП (НШ) вызвать на место пожара дополнительные бригады скорой помощи.</li> <li>- Информировать РТП (НШ) о количестве пострадавших на пожаре, полученных травмах и ожогах.</li> <li>- Отъезд с места пожара согласовывать с РТП, сообщить ему номер вызова и название лечебных учреждений, в которые направлены пострадавшие.</li> </ul>	ГБУЗ СО ТССМП	Врач бригады скорой помощи

### Продолжение таблицы 3.2

1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ограничение движение транспорта в районе пожара, размещения пожарной техники и личного состава ГПС.</li> <li>- для оцепления района пожара с целью недопущения посторонних, оповещения населения, проведения эвакуации из опасной зоны.</li> <li>- при необходимости охраны места пожара, пожарной техники, личного состава ГПС и материальных ценностей.</li> <li>- выполнению других работ по распоряжению РТП (НШ)</li> </ul>	У МВД России	Наряды полиции, ДПС, следственно оперативная группа.
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обеспечить максимальную водоотдачу повышением давления в водопроводной сети и возможным отключением водопотребителей</li> <li>- в случае аварии, произошедшей на водопроводной сети во время тушения пожара, помогает организовывать перестановку пож. автомобилей на другие пож. гидранты и принять незамедлительные меры к ликвидации аварии</li> <li>- о своих действиях и принятых решениях докладывать РТП</li> <li>- Отъезд с места пожара согласовывать с РТП</li> </ul>	ОАО «ТЕВИС»	Старший ОВБ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- произвести отключение электроэнергии для обеспечения электробезопасности при тушении пожара. Оформить письменный допуск персонала ПЧ к тушению пожара</li> <li>- Отъезд с места пожара согласовывать с РТП</li> </ul>	ЗАО «ССК»	Старший ОВБ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Проведение аварийно- спасательных работ</li> <li>- Отъезд с места пожара согласовывать с РТП</li> </ul>	АСС МКУ ЦГЗГОТ	Старший смены поисково-спасательной группы

### 3.3.5 Схема организации связи на пожаре

Схема обмена информацией на пожаре изображена на рисунке 3.1

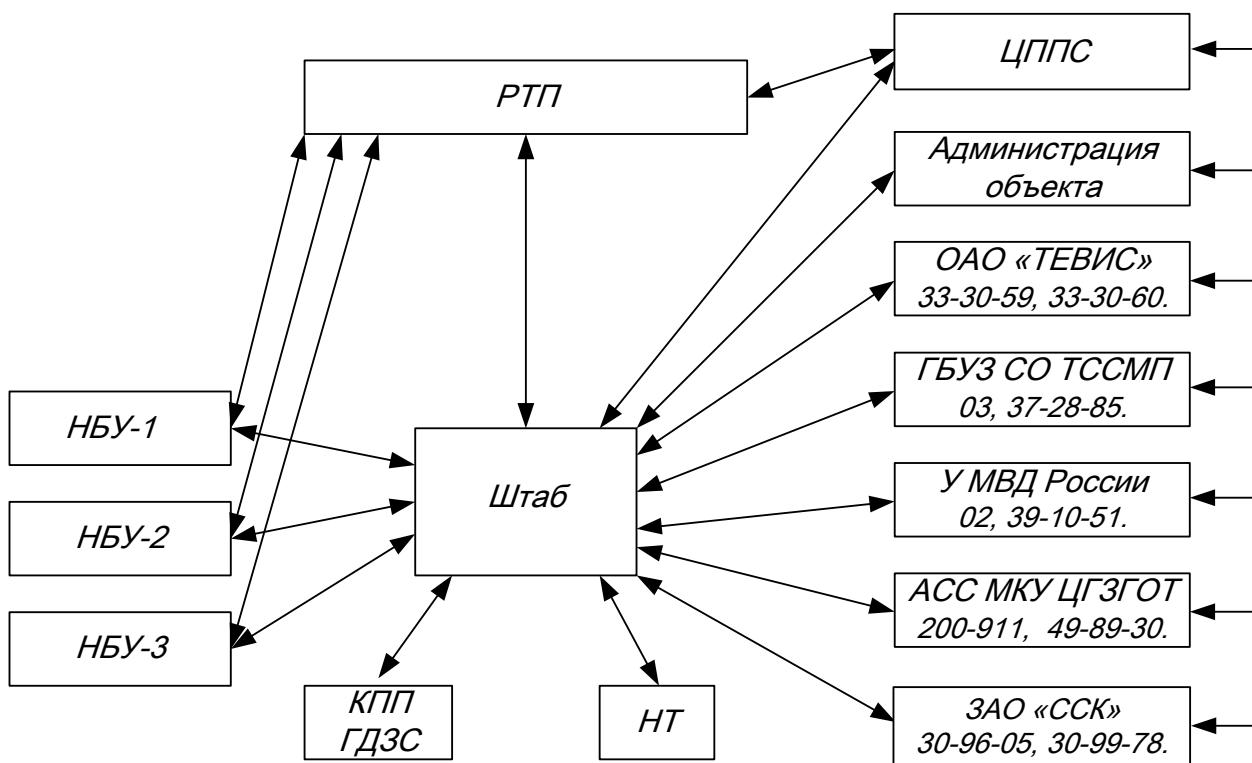


Рисунок 3.1 - Схема обмена информацией на пожаре

### 3.4 Предлагаемое или рекомендуемое изменение

Предлагаемое изменение – в качестве автоматического пожаротушения на складе необходимо внедрить принцип объёмного тушения.

В качестве принципа объёмного автоматического пожаротушения рассмотрим аэрозольные системы тушения пожара.

«Логическим развитием объёмного порошкового пожаротушения является появление огнетушащих аэрозолей. Это мелкодисперсные частицы солей щелочных и щелочноземельных металлов, которые получают при сгорании твердотопливных композиций. Одновременно образуется интенсивная струя газообразных продуктов сгорания, которая транспортирует частицы на значительные расстояния и сравнительно равномерно распределяет их в защищаемом объеме» [15].

«В отличие от огнетушащих порошков дисперсность частиц аэрозоля составляет около 5 мкм. Это позволяет им длительное время находиться во

взвешенном состоянии и иметь обширную реакционную поверхность. Отсюда следуют основные достоинства аэрозоля – высокая огнетушащая эффективность и возможность длительное время сохранять огнетушащую концентрацию. В составе установок аэрозольного пожаротушения указанные твердотопливные композиции содержатся в генераторах огнетушащего аэрозоля» [15].

«Недостатком способа получения аэрозоля является наличие зон, в которых струи газа и аэрозоля создают высокие температуры. В таких зонах запрещено появление персонала и размещение горючих материалов» [15].

«Совершенствование аэрозольного пожаротушения направлено прежде всего на уменьшение высокотемпературных зон. Это решается различными средствами:

- изменением рецептуры компонентов твердотопливных композиций;
- применением дополнительных устройств и составов, обеспечивающих охлаждение струй;
- применением газодинамических устройств, в которых струи аэрозоля охлаждаются в результате расширения и смешивания с эжектируемым воздухом;
- дистанционной подачей аэрозоля по протяженным трубопроводам;
- комбинацией перечисленных средств» [15].

«В результате достигнуты значительные успехи в этой области: появились генераторы "холодного аэрозоля", системы взрывозащищенного исполнения, дистанционная подача аэрозоля по трубопроводам и ряд других. Новые решения позволяют расширить область применения установок аэрозольного пожаротушения за счет снижения размеров высокотемпературных зон и повышения безопасности применения» [15].

«Таким образом, автоматические установки газового, порошкового и аэрозольного пожаротушения динамично развиваются. Новые технические решения обеспечивают повышение эффективности ликвидации пожаров на ранней стадии, что определяет высокую степень безопасности людей и низкий уровень материального ущерба» [15].

На рисунке 3.2 представлен принцип тушения пожара при помощи аэрозоля.



Рисунок 3.2 - Принцип тушения пожара при помощи аэрозоля

Выбор генератора аэрозоля и состава огнетушащего вещества осуществим по базе патентов.

Авторы патента № RU 2008045 МПК А62С3 - Предупреждение пожаров, сдерживание огня или тушение пожаров на особых объектах или местностях (на ядерных реакторах G21С 9/04) предлагают техническое решение по тушению пожаров.

«Способ тушения пожара путем введения в защищаемый объем аэрозольного ингибитора горения с использованием пиротехнической смеси, отличающийся тем, что в качестве ингибитора горения используют продукты горения пиротехнической смеси, выделяющиеся в виде ультра- или высокодисперсной конденсированной фазы, содержащей соли щелочных, щелочноземельных металлов или металлов переходных групп» [16].

«Сущность изобретения: продукты сгорания пиротехнической смеси, выделяющиеся в виде ультра-или высокодисперсной конденсированной фазы, содержащей соли щелочных, щелочно-земельных металлов или металлов переходных групп, подают в защищаемый объем. Способ осуществляют с помощью устройства, представляющего собой корпус, в котором размещена дистанционно воспламеняемая пиротехническая шашка. Устройство имеет воздушную или жидкостную систему охлаждения» [16].

На рисунке 3.3 изображено предложенное устройство.

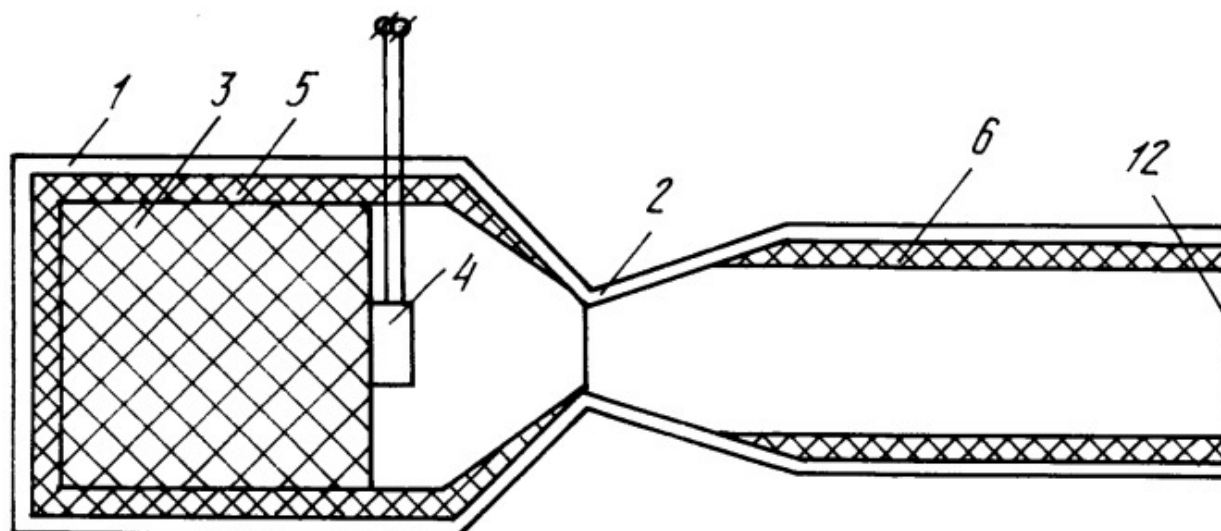


Рисунок 3.3 - Аэрозольный генератор

«Предложенное устройство по существу представляет собой аэрозольный генератор. На фиг. 1-3 представлены варианты выполнения устройства. Оно содержит корпус 1, сопло 2, размещенный в корпусе пиротехнический состав (пиротехническая шашка) 3 и устройство 4 дистанционного воспламенения. Корпус имеет термозащитную облирующую облицовку 5» [16].

«На внутренней поверхности сопла имеется облирующая облицовка 6. На выходе сопла установлена разрушающаяся диафрагма 12» [16].

Авторы патента № RU 2396095 МПК А62С3 - Предупреждение пожаров, сдерживание огня или тушение пожаров на особых объектах или местностях (на ядерных реакторах G21С 9/04) предлагают «способ тушения пожара путем введения в защищаемый объем аэрозольного ингибитора горения с использованием пиротехнической смеси, отличающийся тем, что в качестве ингибитора горения используют продукты горения пиротехнической смеси, выделяющиеся в виде ультра- или высокодисперсной конденсированной фазы, содержащей соли щелочных, щелочноземельных металлов или металлов переходных групп» [17].

Сущность изобретения: «сущность способа заключается в том, что в очаг горения подают пламегасящий водный раствор соли калия в виде объемного аэрозольного потока с диапазоном размеров частиц 5-80 мкм, причем

интенсивность подачи не менее  $0,02 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с}$ . В качестве пламегасящего раствора используют 5-46% водный раствор железосинеродистого калия (красной кровяной соли) или 5-25% водный раствор железистосинеродистого калия (желтой кровяной соли). Заявленный режим подачи пламегасящего раствора позволяет эффективно тушить пожары различной степени сложности, в том числе с большой удельной поверхностью горения, при рациональном расходе пламегасителя» [17].

«В качестве пламегасящего раствора используют 5-46% водный раствор железосинеродистого калия  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  (красной кровяной соли) или 5-25% водный раствор железистосинеродистого калия  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  (желтой кровяной соли)» [17].

«Используемые соли имеют схожие химические свойства, а также содержат относительно большое (3-4 атома) количество калия в молекулах и поэтому обладают близкой эффективностью пожаротушения. Верхнее значение концентрации соли в растворе ограничено ее растворимостью в воде при нормальной температуре, нижнее - минимальным экспериментально обнаруживаемым эффектом от введения добавки соли в воду» [17].

«Указанный диапазон размеров частиц в аэрозольном облаке, образующемся при подаче пламегасящего раствора с заданной интенсивностью, является оптимальным. При среднем размере частиц более 80 мкм увеличиваются потери пламегасящей жидкости за счет ее оседания в процессе доставки к очагу горения и стекания с горячей поверхности. Частицы со средним диаметром менее 5 мкм испаряются, не достигая зоны пламени, и поэтому малоэффективны при пожаротушении. Аэрозольное облако с оптимальным диапазоном размеров частиц обладает высокой проникающей способностью, ограниченной временем оседания аэрозольных частиц. Это позволяет тушить сложные пожары, в том числе имеющие большую удельную поверхность горения, при рациональном расходе пламегасящего раствора. Кроме того, благодаря высокой пространственной однородности аэрозольного потока достигаются минимальные токи утечки по этому потоку, что

обеспечивает электробезопасность операторов при тушении электроустановок, находящихся под высоким напряжением» [17].

«Интенсивность подачи пламегасящего раствора регулируют в зависимости от категории пожара. Интенсивность подачи менее  $0,02 \text{ л/м}^2 \cdot \text{с}$  не обеспечивает гашение пламени» [17].



## 4 Охрана труда

При спасении людей и имущества на пожаре оперативные должностные лица обязаны определить порядок и способы спасения людей в зависимости от обстановки и состояния людей, которым необходимо оказать помощь, предпринять меры по защите спасаемых от опасных факторов пожара.

Работы по спасанию проводятся быстро, но с соблюдением предосторожностей, чтобы не нанести повреждения и травмы спасаемым людям.

Во всех случаях, когда проводятся спасательные работы, должностные лица одновременно с разворачиванием сил и средств организуют вызов скорой медицинской помощи, даже если в данный момент в ней нет необходимости.

До прибытия на пожар медицинского персонала первую доврачебную помощь пострадавшим, в установленном порядке, оказывает личный состав подразделений ГПС.

Для спасания людей и имущества с высоты используются прошедшие испытание стационарные и переносные ручные пожарные лестницы, автолестницы и автоподъемники пожарные, спасательные веревки, рукава, пневматические прыжковые спасательные устройства и другие приспособления, имеющие соответствующие сертификаты и прошедшие испытания.

Спасание и самоспасание можно начинать, только убедившись, что длина спасательной веревки обеспечивает полный спуск на землю (балкон и т.п.), спасательная петля надежно закреплена на спасаемом, спасательная веревка закреплена за конструкцию здания и правильно намотана на поясной пожарный карабин.

В целях обеспечения мер безопасности при боевом разворачивании, должностными лицами обеспечивается:

- выбор наиболее безопасных и кратчайших путей прокладки рукавных линий, переноса инструмента и инвентаря;
- установка пожарных автомобилей и оборудования на безопасном расстоянии от места пожара так, чтобы они не препятствовали расстановке

прибывающих сил и средств, пожарные автомобили устанавливаются от недостроенных зданий и сооружений, а также от других объектов, которые могут обрушиться на пожаре, на расстоянии не менее высоты этих объектов;

- остановка, при необходимости, всех видов транспорта (остановка железнодорожного транспорта согласуется в установленном порядке);

- установка единых сигналов об опасности и оповещение о них всего личного состава подразделений ГПС, работающего на пожаре.

## 5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

### 5.1 Оценка антропогенного воздействия объекта на окружающую среду

Ледовый дворец спорта «Лада-Арена» может негативно воздействовать на экологию окружающей среды в процессе неправильного обращения с опасными отходами.

Перечень отходов ледового дворца спорта «Лада-Арена», которые образуются в процессе обеспечения административной деятельности спортивного объекта, а также при технологических процессах обеспечения общественного питания, рекламной деятельности и пропаганде спорта приведён в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Перечень отходов ледового дворца спорта «Лада-Арена»

Код по каталогу отходов	Наименование отхода
1	2
1 класс опасности	
4 71 101 01 52 1	«лампы люминесцентные, утратившие потребительские свойства» [10]
2 класс опасности	
4 82 201 31 53 2	«отходы литий-ионных аккумуляторов неповрежденных» [10]
4 82 201 21 53 2	«химические источники тока никель-металлогидридные неповрежденные отработанные» [10]
4 82 201 51 53 2	«одиночные гальванические элементы (батарейки) никель-кадмиевые неповрежденные отработанные» [10]
4 82 211 21 53 2	«аккумуляторы для портативной техники и устройств свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства» [10]
4 82 212 11 53 2	«аккумуляторные батареи источников бесперебойного питания свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства, с электролитом» [10]
4 82 212 12 52 2	«аккумуляторные батареи источников бесперебойного питания свинцово-кислотные, утратившие потребительские свойства, без электролита» [10]
3 класс опасности	
4 01 829 11 10 3	«отходы спиртосодержащей продукции в смеси с объемной долей этилового спирта 15% и более» [10]
4 82 413 11 52 3	«лампы накаливания галогенные с вольфрамовой нитью, утратившие потребительские свойства» [10]
7 36 181 11 10 3	«отходы мойки оборудования кухонь, столовых, предприятий общественного питания раствором ортофосфорной кислоты» [10]
4 класс опасности	
4 01 105 11 20 4	«отходы овощей необработанных» [10]
4 01 105 13 20 4	«отходы (остатки) фруктов, овощей и растительных остатков необработанных» [10]

Продолжение таблицы 5.1

1	2
4 01 331 11 33 4	«сыры плавленые и творожные, сырные продукты, утратившие потребительские свойства» [10]
4 01 829 12 10 4	«отходы спиртосодержащей продукции в смеси с объемной долей этилового спирта менее 15%» [10]
4 01 841 11 10 4	«пиво, утратившее потребительские свойства» [10]
4 34 121 01 51 4	«отходы изделий технического назначения из полипропилена незагрязненные» [10]
4 34 199 75 52 4	«отходы защитной пленки из разнородных полимерных материалов незагрязненные» [10]
4 51 816 11 51 4	«тара стеклянная бракованная, загрязненная алкогольными напитками» [10]
4 82 415 01 52 4	«светодиодные лампы, утратившие потребительские свойства» [10]
4 92 111 11 72 4	«отходы мебели деревянной офисной» [10]
7 33 100 01 72 4	«мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)» [10]
7 33 220 01 72 4	«мусор и смет от уборки складских помещений малоопасный» [10]
7 36 100 02 72 4	«отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные прочие» [10]
7 36 101 01 39 4	«отходы жиров при разгрузке жиρούловителей» [10]
5 класс опасности	
4 01 105 12 20 5	«овощи необработанные, некондиционные» [10]
4 01 210 11 31 5	«пищевая масложировая продукция из растительных жиров, утратившая потребительские свойства» [10]
4 01 310 11 31 5	«молочная продукция, утратившая потребительские свойства» [10]
4 01 510 11 29 5	«хлебобулочные, мучные кондитерские изделия недлительного хранения, утратившие потребительские свойства» [10]
4 01 851 11 10 5	«напитки безалкогольные, утратившие потребительские свойства» [10]
4 05 216 21 52 5	«отходы упаковки из комбинированного материала на основе бумаги» [2] и/или картона, полимеров и алюминиевой фольги» [10]
4 05 122 01 60 5	«использованные книги, журналы, брошюры, каталоги» [10]
4 05 122 02 60 5	«отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства» [10]
4 05 122 03 60 5	«отходы газет» [10]
4 05 123 11 60 5	«печатная продукция с черно-белой печатью, утратившая потребительские свойства» [10]
4 05 811 01 60 5	«отходы упаковочных материалов из бумаги и картона несортированные незагрязненные» [10]
4 34 110 03 51 5	«лом и отходы изделий из полиэтилена незагрязненные» [10]
4 34 110 04 51 5	«отходы полиэтиленовой тары незагрязненной» [10]
4 34 142 01 51 5	«лом и отходы изделий из акрилонитрилбутадиенстирола (пластик АБС) незагрязненные» [10]
4 34 199 72 50 5	«отходы изделий из разнородных негалогенированных полимерных материалов (кроме тары) незагрязненных» [10]
4 51 101 00 20 5	«лом изделий из стекла» [10]
4 51 102 00 20 5	«тара стеклянная незагрязненная» [10]
7 36 100 01 30 5	«пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные» [10]
7 36 100 11 72 5	«непищевые отходы (мусор) кухонь и организаций общественного питания практически неопасные» [10]

## 5.2 Предлагаемые или рекомендуемые принципы, методы и средства снижения антропогенного воздействия на окружающую среду

Для снижения негативного воздействия на экологию окружающей среды в процессе неправильного обращения с опасными отходами на территории и в помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена» предлагаю следующее:

- производить сортировку отходов при осуществлении уборки зрительных мест после проведения спортивных мероприятий;
- обустроить места продажи продуктов питания и приёма пищи в помещениях фут-кортов здания ледового дворца дополнительными урнами с разделением отходов;
- внедрить в практику кухонных работников объектов общественного питания в помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена» разделения отходов от приготовления пищи на пригодные для компостирования и на непригодные.
- контролировать порядок сбора, хранения и утилизации аккумуляторных батарей и гальванических элементов.

## 5.3 Разработка документированных процедур согласно ИСО 14000

Согласно предложенных принципов и методов снижения негативного воздействия на экологию окружающей среды в процессе неправильного обращения с опасными отходами на территории и в помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена» в качестве документированной процедуры ИСО 14000 составим план мероприятий по обращению с отходами.

План мероприятий по обращению с отходами представлен в таблице 5.2. Таблица 5.2 – План мероприятий по обращению с отходами ледового дворца спорта «Лада-Арена»

Мероприятия по обращению с отходами	Срок выполнения	Планируемый эффект
1	2	3
Обустроить места продажи продуктов питания и приёма пищи в помещениях фут-кортов здания ледового дворца дополнительными урнами с разделением отходов	Сентябрь 2019 г.	Снизить объём отходов утилизируемых при помощи захоронения на полигонах ТБО

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
Контролировать сортировку отходов при осуществлении уборки зрительных мест после проведения спортивных мероприятий	Постоянно	Снизить объём отходов утилизируемых при помощи захоронения на полигонах ТБО
Внедрить в практику кухонных работников объектов общественного питания в помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена» разделения отходов от приготовления пищи на пригодные для компостирования и на непригодные	Июль 2019 г.	Снижение количества твердых отходов, отправляемых для захоронения на полигоны твёрдых бытовых отходов
Контролировать порядок сбора, хранения и утилизации аккумуляторных батарей и гальванических элементов	Постоянно	Предотвратить воздействие на окружающую среду отходов аккумуляторных батарей и гальванических элементов при неправильном обращении с ними

## 6 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

### 6.1 Разработка плана мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности в организации

Для обеспечения пожарной безопасности ледового дворца спорта «Лада-Арена» на 2019 год составлен план мероприятий, направленный на повышение пожарной безопасности.

План мероприятий по пожарной безопасности ледового дворца спорта «Лада-Арена» на 2019 год представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - План мероприятий по пожарной безопасности ледового дворца спорта «Лада-Арена» на 2019 год

Мероприятия по пожарной безопасности	Срок выполнения	Ответственное лицо
«Издать приказы о назначении лиц, ответственных за пожарную безопасность, об установлении противопожарного режима» [18]	Январь	Директор
«Подготовка к пожароопасному периоду» [18]	Апрель, Сентябрь	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Проведение противопожарных инструктаж, всем поступающим на работу, а также работающим» [18]	При приёме на работу, 1 раз в полугодие	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Оформление наглядной агитации по пожарной безопасности работающих» [18]	Май	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Техническое обслуживание огнетушителей (осмотр, ремонт, перезарядка, испытания)» [18]	Согласно графика	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Проведение противопожарных тренировок» [18]	Май, октябрь	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Контроль за соблюдением противопожарного режима» [18]	Постоянно	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Обновление противопожарного инвентаря» [18]	Апрель	Инженер по охране труда и пожарной безопасности
«Обучение пожарно-техническому минимуму руководителей структурных подразделений (ответственных за обеспечение пожарной безопасности)» [18]	Ноябрь	Директор

### 6.2 Расчет математического ожидания потерь при возникновении пожара в организации

Для определения математического ожидания потерь сформулируем два варианта оснащения объекта оборудованием тушения пожара.

1-й вариант: помещения ледового дворца спорта «Лада-Арена» оборудованы первичными средствами тушения такими, как порошковые огнетушители и пожарных краны. Система водяного пожаротушения в пожароопасных помещениях отсутствует.

2-й вариант: пожароопасные помещения ледового дворца спорта «Лада-Арена» оборудованы системой автоматического водяного пожаротушения.

Расчёты возможной площади горения до момента тушения пожара проводим по формуле 10.1:

$$F''_{\text{пож}} = n \cdot V_{\text{св.г}} \cdot 2 = 3,14 \cdot 20,5 \cdot 2 = 2639 \text{ м}^2, \quad (10.1)$$

Расчёты ожидаемых экономических потерь при возникновении загораний в помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена» проводим по формуле 10.2.

Данные, необходимые для проведения расчётов ожидаемых экономических потерь от пожаров, представлены в таблице 10.2.

Таблица 10.2 - Данные, необходимые для проведения расчётов ожидаемых экономических потерь от пожаров

Показатели для расчётов	Измерение	Первый вариант	Второй вариант
Площадь ледового дворца спорта «Лада-Арена»	м <sup>2</sup>	6567	
Стоимость оборудования ледового дворца спорта «Лада-Арена»	руб./м <sup>2</sup>	2000	
Стоимость 1 м <sup>2</sup> площади ледового дворца спорта «Лада-Арена»	руб./м <sup>2</sup>	3000	3000
Вероятность возникновения загорания в помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена»	1/м <sup>2</sup> в год	1,83×10 <sup>-3</sup>	

Для первого варианта:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2), \quad (10.2)$$

где  $M(\Pi_1)$  и  $M(\Pi_2)$  - ежегодные экономические потери при пожарах:

$$M(\Pi_1) = JFC_m F''_{\text{пож}} (1+k) p_1; \quad (10.3)$$

$$M(\Pi_2) = JFC'_m F''_{\text{пож}} + C_k \cdot 0,52 (1+k) p_2; \quad (10.4)$$

$$M(\Pi_1) = 1,83 \times 10^{-3} \times 6567 \times 2000 \times 2639 \times (1+1,63) \times 0,79 = 134666896 \text{ руб./год};$$



$$M(\Pi_2) = 1,83 \times 10^{-3} \times 6567 \times (3000 \times 2639 + 2000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,95 = 25965126 \text{ руб./год.}$$

Для второго варианта:

$$M(\Pi_1) = 1,83 \times 10^{-3} \times 6567 \times 2000 \times 4 \times (1 + 1,63) \times 0,79 = 199752 \text{ руб./год;}$$

$$M(\Pi_2) = 1,83 \times 10^{-3} \times 6567 \times (3000 \times 4 + 2000) \times 0,52 \times (1 + 1,63) \times (1 - 0,79) \times 0,95 = 16522 \text{ руб./год;}$$

Общие экономические потери за год ледового дворца спорта «Лада-Арена» от пожаров составят:

- если помещения ледового дворца спорта «Лада-Арена» оборудованы первичными средствами тушения такими, как порошковые огнетушители и пожарных краны, а система водяного пожаротушения в пожароопасных помещениях отсутствует:

$$M(\Pi)_1 = 134666896 + 25965126 = 160632022 \text{ руб./год;}$$

- если пожароопасные помещения ледового дворца спорта «Лада-Арена» оборудованы системой автоматического водяного пожаротушения:

$$M(\Pi)_2 = 199752 + 45904 = 245656 \text{ руб./год.}$$

### 6.3 Определение интегрального эффекта от противопожарных мероприятий

Стоимость оборудования пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена» системой автоматического водяного пожаротушения представлена в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – Стоимость оборудования пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена»

Проводимые работы	Стоимость, руб.
- Проектирование	150000
- Оборудование и монтаж	4750000
- Обслуживание	100000
Итого:	5000000

Произведём расчёт экономического эффекта от оборудования пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена» системой автоматического водяного пожаротушения при помощи расчёта денежных потоков

$$I = \int_{t=0}^T ([M \Pi_1 - M(\Pi_2)] - [P_2 - P_1]) \times \frac{1}{(1+HД)^t} - (K_2 - K_1) \quad (10.5)$$

где Т – горизонт расчета (продолжительность расчетного периода). Он равен номеру шага расчета, на котором производится окончание расчета;

t – год осуществления затрат;

НД– постоянная норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

М(Π1), М(Π2) – расчетные годовые материальные потери в базовом и планируемом вариантах, руб./год;

К1, К2 – капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий в базовом и планируемом вариантах, руб.;

Р1, Р2– эксплуатационные расходы в базовом и планируемом вариантах в t-м году, руб./год.

Расчёт денежных потоков для этого от оборудования пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена» системой автоматического водяного пожаротушения представлен в таблице 10.4

Таблица 10.4 - Расчёт денежных потоков для этого от оборудования пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена» системой автоматического водяного пожаротушения

Год проекта	М(Π)1- М(Π)2	$C_2-C_1$	$P_2 - P_1$	$D$	$\frac{[M(\Pi 1)-M(\Pi 2)]}{D}$	$K_2-K_1$	Денежный поток
1	160386366	-	-	0,91	145951593	5000000	140951593
2	160386366	-	100000	0,83	133120684	-	273972277
3	160386366	-	100000	0,75	120289774	-	394162051
4	160386366	-	100000	0,68	109062729	-	503124780
5	160386366	-	100000	0,62	99439547	-	602464327

Интегральный экономический эффект за пять лет эксплуатации системы автоматического водяного пожаротушения в пожароопасных помещениях ледового дворца спорта «Лада-Арена» составит 602464327 рублей.

Оборудование пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена» системой автоматического водяного пожаротушения экономически целесообразно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель данной работы: разработка методов и средств совершенствования уровня обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей на примере спортивного комплекса «Лада-Арена» достигнута.

При решении поставленных задач в данной работе были сделаны следующие выводы:

1. Конструктивные, объемно-планировочные, инженерно-технические и организационные мероприятия обеспечивают пожарную безопасность объекта на высоком уровне.

2. Автоматическая система пожаротушения построена по централизованному принципу, здание оснащено единой насосной противопожарного водоснабжения, узлами управления, напорными, магистральными и распределительными трубопроводами.

3. Предлагаемое изменение – в качестве автоматического пожаротушения на складе необходимо внедрить принцип объёмного тушения.

4. При спасении людей и имущества на пожаре оперативные должностные лица обязаны определить порядок и способы спасения людей в зависимости от обстановки и состояния людей, которым необходимо оказать помощь, предпринять меры по защите спасаемых от опасных факторов пожара.

5. Для снижения негативного воздействия ЛДС «Лада-Арена» на экологию окружающей среды необходимо производить сортировку отходов при осуществлении уборки зрительных мест после проведения спортивных мероприятий, обустроить помещения ледового дворца спорта «Лада-Арена» дополнительными урнами с разделением отходов, а также внедрить в практику кухонных работников объектов общественного питания разделение отходов от приготовления пищи на пригодные для компостирования и на непригодные.

6. Интегральный экономический эффект за пять лет эксплуатации системы автоматического водяного пожаротушения составит 602464327 рублей, а оборудование пожароопасных помещений ледового дворца спорта «Лада-Арена» системой автоматического водяного пожаротушения экономически целесообразно.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Федеральный закон "О пожарной безопасности" от 21.12.1994 № 69-ФЗ [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения: 11.02.2019)

2 Федеральный закон от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 11.04.2019)

3 Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. N1481 «об утверждении Федеральной целевой программы "Пожарная безопасность в Российской Федерации" [Электронный ресурс] — URL: [http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document\\_file/ВНkfEBmKow.pdf](http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document_file/ВНkfEBmKow.pdf) (дата обращения: 28.04.2019)

4 Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 07.03.2019) "О противопожарном режиме" [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/902344800> (дата обращения: 30.04.2019)

5 Свод правил СП 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения: 27.04.2019)

6 СП 7.13130.2013. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс] — URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-21022013-n-116/sp-7.13130.2013/> (дата обращения: 29.04.2019)

7 СП 332.1325800.2017 Спортивные сооружения. Правила проектирования [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/556793895> (дата обращения: 29.04.2019)

8 Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ N 1100н. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/420247336> (дата обращения: 28.04.2019)

9 Приказ МЧС России от 25.10.2017 N 467 Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/542610976> (дата обращения: 05.05.2019)

10 Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 №242 (с изменениями от 2 ноября 2018 года № 451). Федеральный классификационный каталог отходов [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/542600531> (дата обращения: 06.05.2019)

11 Приказ МЧС России от 16.10.2017 N 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ" [Электронный ресурс] — URL: <http://docs.cntd.ru/document/542610435> (дата обращения: 04.05.2019)

12 УДК 81.93.21Г72 Г72 Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году». – М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) [Электронный ресурс] — URL: [https://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document\\_file/hniVNLexTC.pdf](https://www.mchs.gov.ru/upload/site1/document_file/hniVNLexTC.pdf) (дата обращения: 03.05.2019)

13 Современная пожарная безопасность – актуальность, Гуманизация и пути развития [Электронный ресурс] — URL: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/1831> (дата обращения: 29.04.2019)

14 Применение систем пожаротушения тонкораспылённой водой для защиты складских комплексов и терминалов [Электронный ресурс] — URL: [http://www.technos-m.ru/upload/files/TRV\\_sklad-1.pdf](http://www.technos-m.ru/upload/files/TRV_sklad-1.pdf) (дата обращения: 09.05.2019)

15 Газовое, порошковое и аэрозольное пожаротушение. Новые способы и средства [Электронный ресурс] — URL: <http://secuteck.ru/articles2/OPS/gazovoe-poroshkovoe-i-aerazolnoe-pozharotushenienovye-sposoby-i-sredstva> (дата обращения: 08.05.2019)

16 Способ тушения пожара и устройство для его осуществления [Электронный ресурс] — URL: <https://findpatent.ru/patent/200/2008045.html> (дата обращения: 12.05.2019)

17 Способ тушения пожара [Электронный ресурс] — URL: <https://patentdb.ru/patent/2396095> (дата обращения: 12.05.2019)

18 План противопожарных мероприятий образец [Электронный ресурс] — URL: <https://help-ot.ru/fire-safety.php?id=48> (дата обращения: 13.05.2019)

19 Пожарная безопасность спортивных объектов [Электронный ресурс] — URL: [https://archi.ru/tech/news\\_73630.html](https://archi.ru/tech/news_73630.html) (дата обращения: 02.03.2019)

20 Пожарная безопасность спортивных комплексов [Электронный ресурс] — URL: <https://www.npopuls.ru/articles/nauchnye-stati/pozharnaya-bezopasnost-sportivnykh-kompleksov/> (дата обращения: 03.05.2019)

21 Guide to Safety at Sports Grounds [electronic resource] — URL: <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.culture.gov.uk/images/publications/GuidetoSafetyatSportsGrounds.pdf> (date of application: 01.05.2019)

22 Sports facility: types and standards for safety. Classification of sports facilities [electronic resource] — URL: <https://trendxmexico.com/sport-i-fitness/102262-sportivnoe-sooruzhenie-vidy-i-normativy-po-bezopasnosti-klassifikaciya-sportivnyh-sooruzheniy.html> (date of application: 02.05.2019)

23 Fire Safety | Facilities Management [electronic resource] — URL: <https://www.cumc.columbia.edu/facilities-management/fire-and-life-safety/fire-safety> (date of application: 13.05.2019)

24 FIRE EXTINGUISHING | Gas volume [Nm<sup>3</sup>] [electronic resource] — URL: <https://wilhelmsen.com/globalassets/safety-systems/documents/unitor-inergen-system-brochure.pdf> (date of application: 14.05.2019)

25 Automatic Fire Extinguishing Systems [electronic resource] — URL: <https://www.thesisat.org/en/automatic-fire-extinguishing-systems.html> (date of application: 15.05.2019)