

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

Институт инженерной и экологической безопасности  
(наименование института полностью)

---

20.04.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки)

---

Управление пожарной безопасностью  
(направленность (профиль))

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в организации

Обучающийся	<u>А.С. Василенко</u> (Инициалы Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Научный руководитель	<u>к.т.н. И.И. Рашоян</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>
Консультант	<u>к.э.н. Т.Ю. Фрезе</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	<u>_____</u>

Тольятти 2022

## Содержание

Введение.....	3
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Основы анализа возможности снижения пожарных рисков в организациях г.о. Самара.....	8
1.1 Общая характеристика г.о. Самара.....	8
1.2 Динамика основных пожарных рисков г.о. Самара.....	12
1.3 Деятельность Самарского пожарно-спасательного гарнизона при осуществлении мероприятий по снижению пожарных рисков.....	20
2 Характеристика объекта исследования.....	12
2.1 Оперативно-тактическая характеристика.....	12
2.2 Расчет пожарных рисков объекта.....	42
3 Мероприятия по снижению пожарных рисков в организации.....	52
3.1 Патентно-информационный обзор решений, способствующих снижению пожарных рисков в организации.....	52
3.2 Анализ эффективности предлагаемых решений.....	59
Заключение.....	65
Список используемых источников.....	69

## Введение

Выбранная тема исследования – разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в организации является достаточно актуальной в настоящее время, так как превентивные меры в области безопасности производства – это передовой принцип во всем мире.

Процесс обеспечения развития городских поселений предполагает необходимость практического разрешения комплекса задач. Все они будут связаны с обеспечением удовлетворения, существующих у граждан потребностей. При этом, основная потребность человека заключается в получении необходимого уровня безопасности. Под этим понятием скрывается жизнестойкость, вместе с обеспечением жизнеспособности самых разных производственных, военных, социальных объектов, обеспечение общенационального здоровья.

Проблема актуальна также и с точки зрения эффективного регулирования отношений в области обеспечения пожарной безопасности, рационального использования кадровых и материальных ресурсов, а также формирования благоприятного предпринимательского климата.

Объектом исследования является методы управления пожарным риском в выставочно-производственном корпусе складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон».

Предмет исследования – решения по снижению пожарных рисков в организации.

Цель исследования: анализ и разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в исследуемой организации.

Гипотеза исследования состоит в том, что разработка решений по снижению пожарных рисков в организации будет эффективной, если:

- изучены современные направления способов снижения рисков в организациях;

- проведен анализ практических решений, способных обеспечить снижение пожарных рисков.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить основы анализа пожарных рисков;
- дать характеристику объекта исследования;
- предложить мероприятия по снижению пожарных рисков в организации.

Теоретико-методологическая основа исследования: публикации и исследования по снижению пожарных рисков в организации, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий.

Базовыми для настоящего исследования явились также: ресурсы патентных источников.

Методы исследования:

- анализ источников нормативного характера по пожарным рискам;
- изучение технических данных объекта защиты;
- анализ новых способов снижения пожарных рисков в организации, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий;
- проведение экспериментальных исследований предлагаемой системы снижения пожарных рисков.

Опытно-экспериментальная база исследования – выставочно-производственный корпус складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон».

Научная новизна исследования заключается в:

- проведении выборки и анализе новых способов снижения пожарных рисков в организации, которые разработаны в современных выпусках зарубежных и российских изданий;
- проведении экспериментальных исследований предлагаемой системы снижения пожарных рисков.

Теоретическая значимость исследования характеризуется возможностью применения полученных результатов исследования в организациях.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предлагаемая система по снижению пожарных рисков в организации, позволят повысить уровень пожарной безопасности исследуемого объекта.

Достоверность и обоснованность результатов исследования достигнута за счет анализа публикаций современных выпусках зарубежных и российских изданий по снижению пожарных рисков в организации.

Личное участие автора в организации и проведении исследования состоит в принятии участия проведения патентного поиска системы по снижению пожарных рисков в организации.

Апробация и внедрение результатов работы велись в течение всего исследования. Его результаты опубликованы в журнале «Точная наука» №126, по теме: Расчет индивидуального пожарного риска на производственном объекте.

На защиту выносятся:

- теоретическое обоснование применения новых систем по снижению пожарных рисков в организации;
- проведении патентного поиска системы по снижению пожарных рисков в организации.

Структура магистерской диссертации. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, содержит 15 рисунков, 12 таблиц, списка используемых источников (37 источников). Основной текст работы изложен на 74 страницах.

## Термины и определения

В настоящем исследовании используются следующие термины и определения:

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально-экономических условий.

Пожарная безопасность – «состояние защищённости личности, имущества, общества и государства от пожаров» [4].

Пожарный риск – мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и её последствий для людей и материальных ценностей.

Превентивные меры – это коллективные меры в международном праве, применяемые международным сообществом на основе Устава ООН и призванные предупредить угрозу миру, нарушение мира или акт агрессии.

Противопожарная защита – это «совокупность организационно–технических мероприятий, конструктивных и объемно–планировочных решений, а также технических средств, направленных на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничение материальных потерь от пожара» [5].

## Перечень сокращений и обозначений

В настоящем исследовании используются следующие сокращения и обозначения:

АЛ – автолестница;

АПС – автоматическая пожарная сигнализация;

ДЧС – департамент по чрезвычайным ситуациям;

МВД – министерство внутренних дел;

МЧС – министерство чрезвычайных ситуаций;

ООО – общество с ограниченной ответственностью;

ПГ – пожарный гидрант;

ПСГ – пожарно-спасательный гарнизон;

ПТВ – пожарно-техническое вооружение;

СОУЭ – система оповещения и управления эвакуацией;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ШС – шлейф сигнализации.

# **1 Основы анализа возможности снижения пожарных рисков в организациях г.о. Самара**

## **1.1 Общая характеристика г.о. Самара**

Географически городской округ Самары располагается непосредственно на левом берегу Волги, между устьями таких рек, как Самара и Сок. От Москвы городской самарский округ находится на расстоянии 1098 километров по направлению на восток. Самарский городской округ представляет собой крупный железнодорожный и автодорожный узел. После Нижнего Новгорода Самара является крупнейшим населенным пунктом, расположенным на Волге.

«Самара имеет следующие географические координаты:  $53^{\circ}12'$  северной широты и  $50^{\circ}06'$  восточной долготы» [33]. Общая протяженность в меридиальном направлении составляет порядка 50 километров, а в широтном около 20 километров. Высота над уровнем моря равна 100 метрам. Общая площадь всей территории города равна  $541 \text{ км}^2$ . При этом население города составляет более 1170000 человек. На сегодняшний день городской самарский округ занимает шестое место по численности среди всех городов Российской Федерации. Население размещено на территории города неравномерным образом. Самый высокий уровень густоты населения наблюдается в центральном округе города. Общий показатель городского населения равен 80.5 процентам. На территории города показатель плотности населения равен  $2444,3$  человек на  $\text{км}^2$ . В агломерации самарского городского округа наблюдается самый высокий показатель плотности населения, который равен  $3847$  человек на  $\text{км}^2$ .

«На земле жилой и общественно–деловой застройки приходится всего около 14,3% территории городского округа, а на земли, занимаемые производственными объектами – около 10%. При этом городской резерв

застройки для размещения объектов гражданского и промышленного строительства составляет 1546 га» [33].

Около 98,4 процентов жителей приходится на административные городские округа. Наиболее многочисленными по населению районами города являются: «Промышленный – 268,6 тыс. чел. (23,6% от общей численности населения города), Кировский – 229,4 тыс. чел. (20,1%)» [33].

«Самарская область расположена в юго–восточной части европейской территории России, в среднем течении крупнейшей в Европе реки Волги, и занимает площадь 53,6 тыс. кв. км, что составляет 0,31% территории России. На севере она граничит с Республикой Татарстан, на юге – с Саратовской областью, на востоке – с Оренбургской областью, на северо–западе – с Ульяновской областью. Губерния протянулась с севера на юг на 335 км и с запада на восток на 315 км» [33].

«Административно–территориальное деление области: 10 городских округов и 27 муниципальных районов. В составе районов – 13 городских и 292 сельских поселения» [33].

«В Самарской области проживает более трех миллионов человек. Основная часть городского населения – жители Самары и Тольятти. Важнейшими биоресурсами области являются заповедники и природные заказники, и в первую очередь, национальный парк Самарская Лука, Жигулевский государственный заповедник им. И.И. Спрыгина, заповедник Бузулукский бор» [33].

«Область располагает большим запасом полезных ископаемых. Основные из них – нефть и попутный газ. С возведением в 1957 г. Волжской ГЭС важнейшим гидроэнергетическим ресурсом стала вода Жигулевского моря, образовавшегося выше плотины. Выгодное географическое положение способствовало превращению Самарской области в мощный транспортный узел. Здесь проходят важнейшие воздушные линии, железнодорожные, автомобильные, и водные магистрали государственного значения» [33].

«Развитие индустрии позволило Самарской области войти в число крупнейших промышленных регионов России. Промышленный комплекс области – это более 450 крупных и средних и около десяти тысяч малых предприятий. Наибольшее развитие получили такие отрасли промышленности, как машиностроение и металлообработка, топливная, электроэнергетическая, химическая и нефтехимическая, цветная металлургия» [33].

«Машиностроение представлено почти полным набором основных отраслей, среди которых ведущая роль принадлежит автомобильной промышленности. На долю Волжского автомобильного завода приходится около 70% всех легковых автомобилей, выпускаемых в России. В области действует крупный аэрокосмический комплекс. Топливная промышленность по объемам производства занимает второе место в России. Удельный вес производства основных нефтепродуктов, таких, как автомобильный бензин, дизельное топливо, топочный мазут, составляет 10–12%. По территории области проходят три крупнейших российских газопровода: Челябинск – Петровск, Уренгой – Петровск, Уренгой – Новопсков. Предприятия нефтехимической промышленности являются крупнейшими поставщиками синтетического каучука и изделий из пластмасс. Предприятия химической промышленности производят аммиак, различные удобрения, карбамид, желтый фосфор» [33].

Таким образом, «на территории региона сосредоточено много производств и сооружений, опасных (в случае аварии) по возможным последствиям социального, экономического и природоохранного характера. Это требует дальнейшего развития и совершенствования системы предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций» [33].

«На сегодняшний день на территории самарского городского округа располагается: 54 – объекта, относящихся к категории особо важных; 243 – объекта из сферы жизнеобеспечения; 77 – объектов, относящихся к органам госвласти; 64 – объекта, принадлежащих к категории пожароопасных; 18 –

объектов, относящихся к категории взрывоопасных; 12 – объектов, где хранятся; 6 – объектов, принадлежащих ФСБ; 30 – объектов, принадлежащих МЧС; 117 – объектов, принадлежащих МВД» [33].

«В целом на территории самарского городского округа размещено 292 здания, относящихся к высотным, чья высота превышает 27 метров» [33].

«Гарнизонная служба в Самарском территориальном пожарно–спасательном гарнизоне организована в соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 № 69–ФЗ «О пожарной безопасности» [19], приказом МЧС России от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно–спасательных гарнизонах» [23] и постановлением Правительства Самарской области №15 от 31.01.2008 «О противопожарной службе Самарской области» [22].

«В состав Самарского территориального пожарно–спасательного гарнизона входят подразделения вне зависимости от форм собственности и организационно–правовых форм, к функциям которых отнесены профилактика и тушение пожаров, а также проведение аварийно–спасательных работ, расположенные в административных границах Самарской области» [27].

«Привлечение сил и средств на тушение пожаров и проведение аварийно–спасательных работ осуществляется на основании Плана привлечения сил и средств для тушения пожаров и проведения аварийно–спасательных работ на территории Самарской области и расписаниями выездов подразделений местных пожарно–спасательных гарнизонов для тушения пожаров и проведения аварийно–спасательных работ» [27].

«На территории Самарской области созданы 5 местных пожарно–спасательных гарнизонов» [27]:

- «Самарский местный пожарно–спасательный гарнизон в границах городских округов Самара, Кинель, городского поселения Нефтегорск, муниципальных районов Алексеевский, Богатовский,

Большеглушицкий, Большечерниговский, Борский, Волжский, Кинельский, Красноярский, Нефтегорский» [27].

- «Тольяттинский местный пожарно–спасательный гарнизон в границах городских округов Жигулёвск, Тольятти, муниципальных районов Елховский, Исаклинский, Клявлинский, Кошкинский, Сергиевский, Ставропольский, Челно–Вершинский, Шенталинский» [27].
- «Сызранский местный пожарно–спасательный гарнизон в границах городских округов Октябрьск, Сызрань, муниципальных районов Сызранский, Шигонский» [27].
- «Новокуйбышевский местный пожарно–спасательный гарнизон в границах городских округов Новокуйбышевск, Чапаевск, муниципальных районов Безенчукский, Красноармейский, Пестравский, Приволжский, Хворостянский» [27].
- «Отраденский местный пожарно–спасательный гарнизон в границах городских округов Отрадный, Похвистнево, муниципальных районов Камышлинский, Кинель–Черкасский, Похвистневский» [27].

## **1.2 Динамика основных пожарных рисков г.о. Самара**

Обеспечение безопасности населения является наиболее важным вопросом в рамках процесса реализации развития городских поселений.

Почти ежедневно в современных городах можно наблюдать возникновение самых разных аварийных ситуаций (дорожно-транспортные происшествия, пожары и так далее). Такие события имеют негативные последствия. Пожарная опасность является основополагающим элементом обеспечения безопасности населения современных городов. «Именно пожар может принести наиболее серьезные как материальные, так и людские потери» [36].

«При анализе проблемы безопасности любого объекта рассматриваются два основных понятия – опасность и безопасность. При этом под пожарной опасностью понимают опасность возникновения и развития неуправляемого процесса горения (пожара), приносящего вред обществу, окружающей среде, объекту защиты» [31].

Пожарная безопасность – «состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров» [14].

Нередко опасность имеет сугубо потенциальный характер, а ее наступление возможно только при условии стечения целого ряда обстоятельств. Теория риска приобрела широкую популярность в современном мире, так как она помогает оценить вероятность наступления самых разных негативных событий, включая чрезвычайные ситуации. Еще до середины прошлого века риски оценивались сугубо в сфере экономики, страхования, инвестиций и так далее.

Показатели профессионального риска в определенных экономических сферах принято определять с помощью параметра, состоящего из годового объема финансовых ресурсов, требуемых для предоставления выплат в случае получения сотрудниками предприятия вреда здоровью при выполнении ими своих трудовых, служебных задач [22].

«Определение расчетных величин пожарного риска проводится по методикам, утверждаемым Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [29].

Во всех профессиональных сферах имеется уникальный набор понятий, терминов, классификаторов рисков. Так, «пожарный риск – количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности и ее последствий для людей и материальных ценностей» [34].

«Федеральный государственный пожарный надзор осуществляется органами государственного пожарного надзора с применением риск-ориентированного подхода» [20]. «Для отдельного вида государственного

контроля (надзора) применяются категории риска либо классы опасности» [21]. «Для расчета риска применяется специальная методика, которая устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках» [24]. «Для производственных объектов существует отдельная методика, которая устанавливает порядок расчета величин пожарного риска на производственных объектах» [25]. «Оценка пожарного риска проводится в целях определения соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности» [30].

Допустимый пожарный риск – пожарный риск, уровень которого допустим и обоснован исходя из социально–экономических условий. «Исходя из социально–экономических условий, выделяют следующие виды пожарного риска:

- индивидуальный;
- социальный» [1].

«В качестве индивидуального пожарного риска (наступление смерти человека от пожара) следует понимать количественную характеристику вероятного наступления смерти человека в следствие оказания на него совокупности опасных факторов при пожаре» [1].

Под таким понятием, как «социальный пожарный риск» необходимо понимать численную характеристику вероятности смерти 10 и более людей в результате воздействия на них целого набора опасных факторов, возникающих при пожаре [11].

Для получения более детальной информации, касающейся пожарной безопасности на территории города Самара, в рамках этой работы была использована «теория интегральных пожарных рисков. К числу существующих пожарных рисков можно причислить» [32]:

- «риск  $R_1$  для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени. В настоящее время удобно этот риск измерять в единицах пожар/чел. · год» [32];

- «риск  $R_2$  для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой). Здесь единица измерения имеет вид жертва/пожар» [32];
- «риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара за единицу времени жертва/ чел. · год» [32].

Пожарный риск – это «вероятность возникновения пожара, также это опасность пожарной ситуации с оценкой вероятных последствий» [12].

Для получения полной информации об уровне пожарной опасности в областных масштабах, потребуется получить данные о пожарной безопасности в самарском городском округе. Для этого в рамках этой работы были использованы расчеты по текущим параметрам пожарных рисков за 2021 год. В 2021 году на территории Самары проживало около 1156000 людей. При этом в 2021 году было зафиксировано 1182 пожара, жертвами которых стало 27 людей.

Поэтому итоговые расчеты, имеющихся пожарных рисков, будут иметь следующий вид:

«Риск  $R_1$  для жителя г.о. Самара столкнуться с пожаром рассчитывается по формуле» [11]:

$$R_1 = \frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{числ}}} \quad (1)$$

«где  $N_{\text{пож}}$  – число пожаров;

$N_{\text{числ}}$  – численность населения [11]

«Итак, риск  $R_1$  для жителя г.о. Самара столкнуться с пожаром равен» [11]:

$$R_1 = \left[ \frac{1182}{1156659} \right] = 1,36 \cdot 10^{-3} \frac{\text{пожар}}{\text{чел. год}}$$

«Риск  $R_2$  погибнуть при пожаре рассчитывается по формуле» [11]:

$$R_2 = \frac{N_{\text{ж}}}{N_{\text{пож}}} \quad (2)$$

«где  $N_{\text{ж}}$  – число жертв на пожаре;

$N_{\text{пож}}$  – число пожаров» [11].

«Итак, риск  $R_2$  погибнуть при пожаре равен» [11]:

$$R_2 = \frac{27}{1182} = 2,1 \cdot 10^{-2} \frac{\text{жертва}}{\text{пожар}}$$

«Риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара за единицу времени рассчитывается по формуле» [11]:

$$R_3 = \frac{N_{\text{ж}}}{N_{\text{числ}}} \quad (3)$$

«где  $N_{\text{ж}}$  – число жертв на пожаре;

$N_{\text{числ}}$  – численность населения» [11].

«Итак, риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара за единицу времени равен» [11]:

$$R_3 = \frac{27}{1156659} = 2,63 \cdot 10^{-5} \frac{\text{жертва}}{\text{чел. год.}}$$

Ориентируясь на имеющиеся данные по итогам 2021 года, получаем: 1.02 пожаров на тысячу жителей; на 100 пожаров погибало 2.28 человека, а на 100 тысяч человек погибало от пожаров 2.33 человека.

Подобные расчеты дают возможность сравнения данных за аналогичный период с использованием усредненных значений пожарных рисков. В 2019 году показатели численности населения области достигли отметки в 3179533 человек. при этом по итогам года в области возникло 4951 пожаров, жертвами которых стал 91 человек.

Все виды рисков в отношении Самарской области были рассчитаны с использованием тех же формул, что были применены в отношении самарского городского округа.

«Таким образом, – риск  $R_1$  для жителя Самарской области столкнуться с пожаром равен» [11]:

$$R_1^{2021} = 1,36 \cdot 10^{-3} \frac{\text{пожар}}{\text{чел. год}}$$

«Риск  $R_2$  погибнуть при пожаре равен [11]

$$R_2^{2021} = \frac{27}{1182} = 2,1 \cdot 10^{-2} \frac{\text{жертва}}{\text{пожар}}$$

«Риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара составил» [11]:

$$R_3^{2021} = \frac{27}{1156659} = 2,63 \cdot 10^{-5} \frac{\text{жертва}}{\text{чел. год.}}$$

Итоговые полученные данные указывают на то, что в Самаре показатели  $R_1$  и  $R_3$  оказались выше среднего значения по области. При этом значение  $R_2$  примерно равно среднему областному значению.

Статистические данные по областному центру Самарской области в период 2011-2021 отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Пожарные риски в г.о. Самара за 2010–2021 гг.

Пожарные риски	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
$R_1 \cdot 10^3$	1,16	0,81	1,08	1,15	1,06	1,07	0,8	1,22	0,99	0,99	1,36
$R_2 \cdot 10^2$	4,23	6,73	4,51	1,0	5,43	9,8	3,39	2,32	2,84	2,1	2,1
$R_3 \cdot 10^5$	4,91	5,45	4,9	1,16	5,78	4,46	2,72	2,82	2,82	2,09	2,63

Представленные результаты по пожарным рискам имеют конкретные особенности применительно к областному центру, отраженные на рисунках 1-3.

Информация, касающаяся основных пожарных рисков в Самаре за период с 2011 по 2021 год, содержит в себе ряд следующих значений: значение  $R_1$  колеблется в пределах от 0,8 до 1,22 пожаров, предельное значение в 1,36 пришлось на 2021 год; параметр  $R_2$  вырос к 2016 году до 9,8 погибших в ста пожарах, правда, уже к 2021 году он начал падать; значение  $R_3$  колеблется в пределах от 2,09 до 5,78 погибших на 100 тыс. жителей за год.

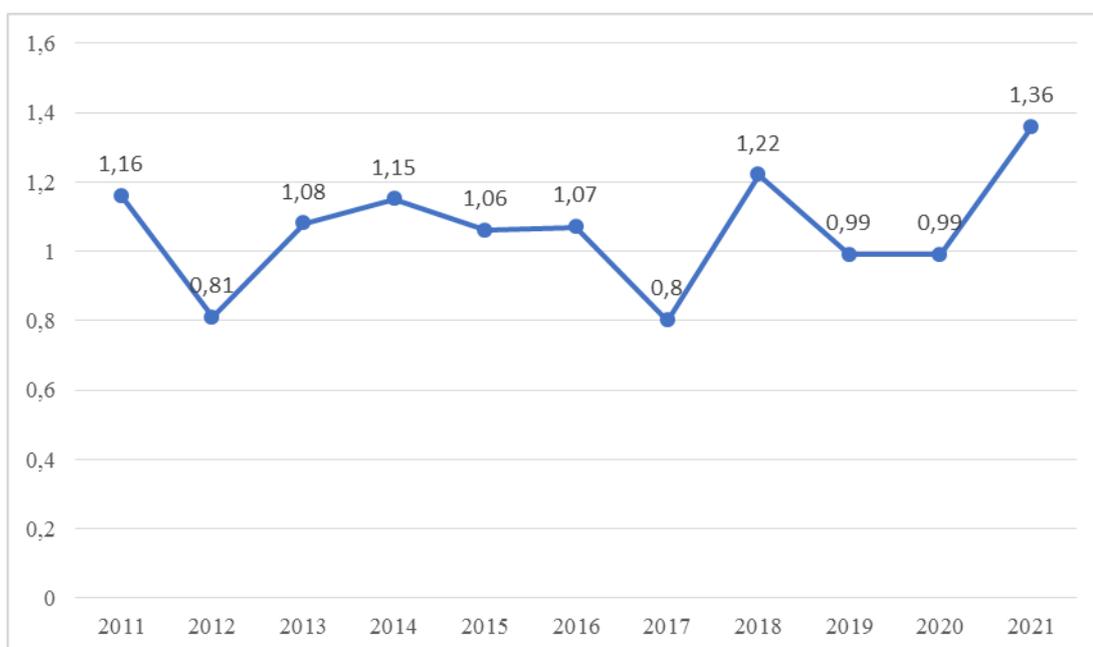


Рисунок 1 – Динамика риска  $R_1$

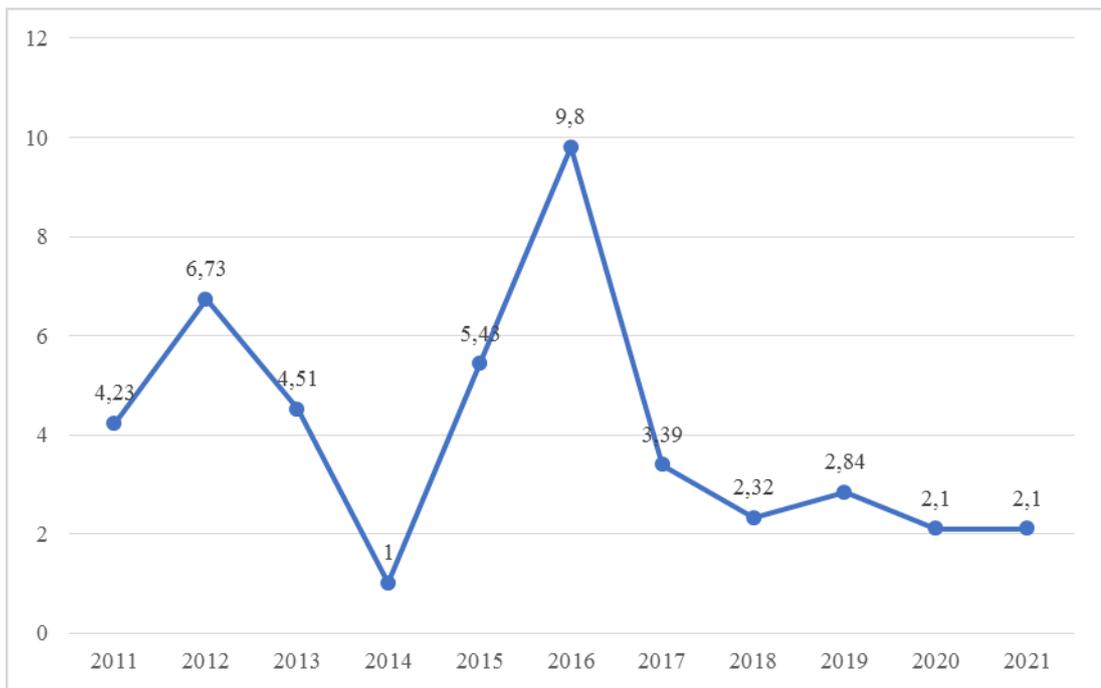


Рисунок 2 – Динамика риска  $R_2$

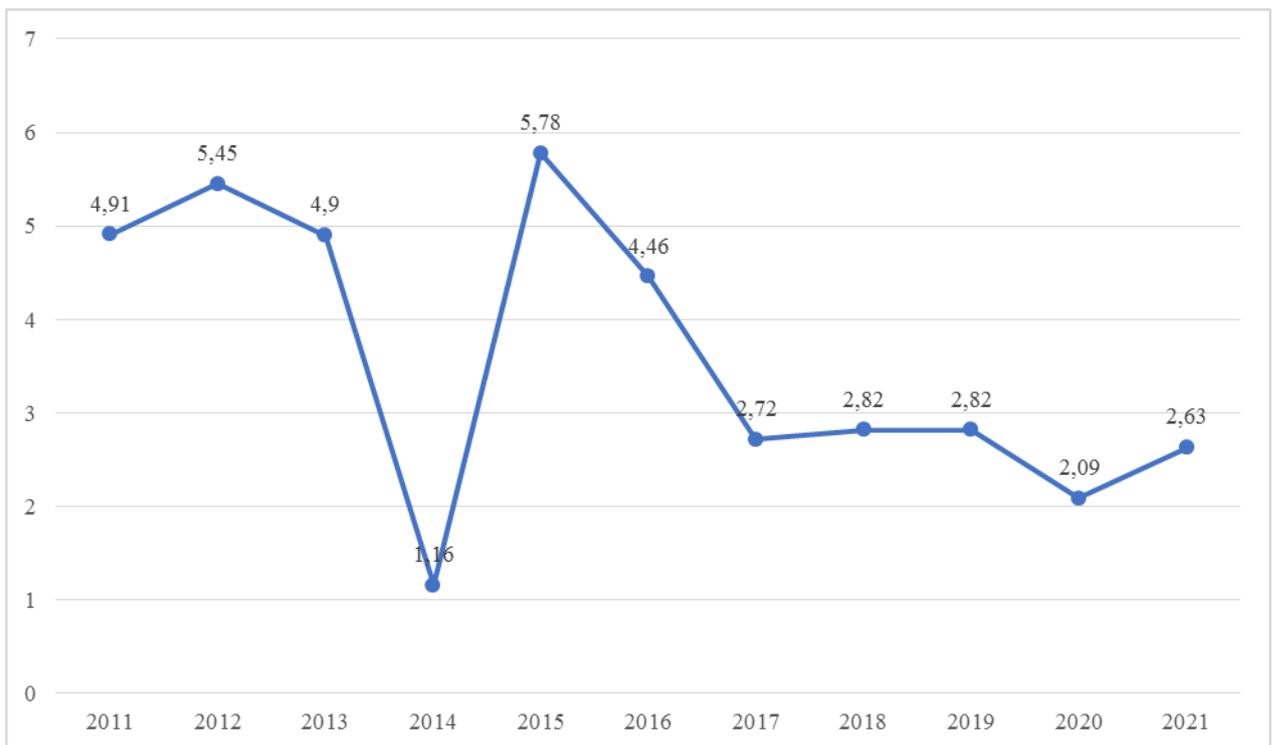


Рисунок 3 – Динамика риска  $R_3$

Для наглядного отображения результатов проведенного исследования, обратимся к проведенным подобным исследованиям в крупнейших городах мира, покажем информацию в таблице 2.

«Согласно данным международного Центра пожарной статистики СТИФ, на 1 тыс. жителей городов мира в среднем приходится 1,4 пожара» [37].

Таблица 2 – Основные пожарные риски в городах мира в 2021 г.

Город	Пожарные риски		
	$R_1 \cdot 10^3$	$R_2 \cdot 10^2$	$R_3 \cdot 10^5$
Москва	0,6	2,9	1,8
Минск	2,1	1	2,1
Бухарест	1	0,7	0,7
Будапешт	2,1	0,5	1
Алматы	0,7	1,9	1,3
Самара	1,36	2,1	2,63
Рига	4	0,5	1,9
Итого	1,7	1,4	1,7

При изучении информации, представленной в таблице 3, можно отметить тот факт, что за 2021 год в избранных городах было отмечено 1.7 пожара. При этом в сотне пожаров гибло 1.4 человека. На 100 тысяч жителей 1.7 человека погибло.

Поэтому такие сравнительные данные указывают на высокие показатели смертности от пожаров в городе Самара.

Таким образом, по итогам анализа территориальных пожарных рисков установлен «объективный уровень пожарной опасности в городе, который показал, что для защиты населения необходимо усилить профилактическую работу среди населения путем расширения методов противопожарной пропаганды и провести работы по дополнительному строительству пожарных депо» [10].

### 1.3 Деятельность Самарского пожарно-спасательного гарнизона при осуществлении мероприятий по снижению пожарных рисков

Под оперативной деятельностью понимается «процесс функционирования ПСГ города, призванной оперативно реагировать на различные ЧС, аварии, пожары, загорания и тому подобные явления» [27]. По итогам 2021 года работники пожарных частей сумели совершить более 51 тысячи тревожных выездов. В сравнении с другими городами Самарской области в Самаре общее число таких выездов существенно выше.

В представленном рисунке 4 показан количественный состав перераспределения выездов работников пожарного спасательного гарнизона на места чрезвычайных ситуаций в 2021 году.

Представленные данные указывают на то, что в 60.2 процентах случаев выезды совершались на жилые объекты. Это обусловлено низким уровнем пожарной безопасности подобных объектов.



Рисунок 4 – Статистические данные по 2021 году числа выездов подразделений г.Самара при возникновении ЧС

Нередко в процессе ликвидации пожаров и их последствий принимают участие представители добровольческих пожарных формирований, а также сотрудники самых разных ведомств, служб (рисунок 5) [17].

Согласно с утвержденными на 2021 году планами общее количество взаимодействий разных вспомогательных служб с профессиональными спасателями составило 636 случаев (рисунок 6).

«В 196 случаях привлекались сотрудники полиции, которые обеспечивали возможность беспрепятственного проезда противопожарной техники. Также в 184 случаях в такой работе принимали участие сотрудники службы скорой помощи. В 167 случаях принимали участие кооперативы собственников жилья. В иных случаях помощь оказывали представители водоканала, добровольческих пожарных структур и так далее» [27].

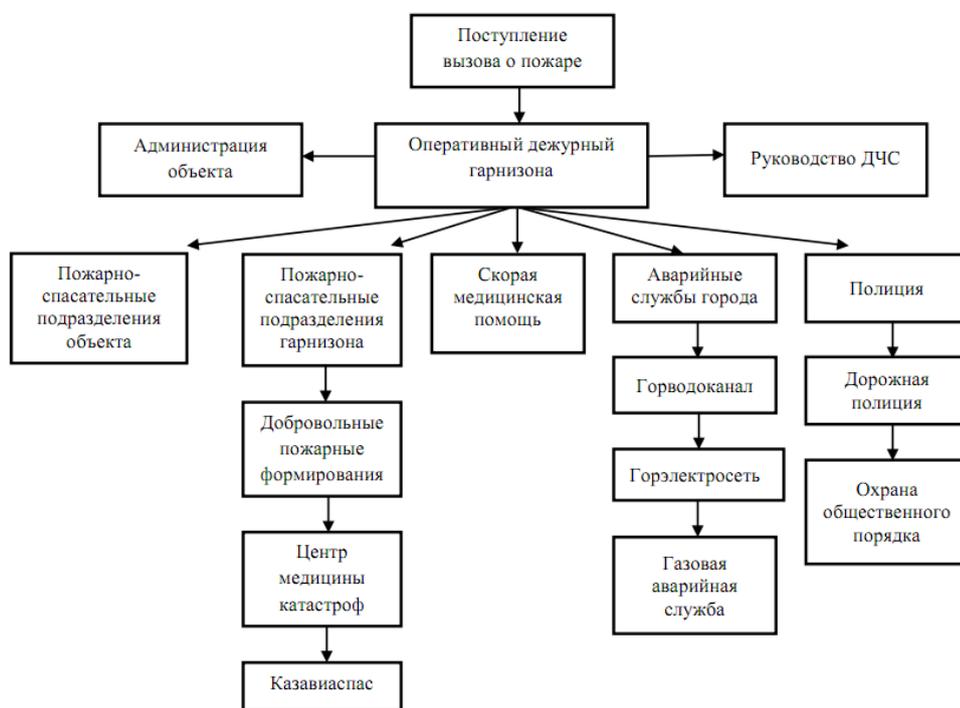


Рисунок 5 – Способы совместной работы служб при ликвидации ЧС

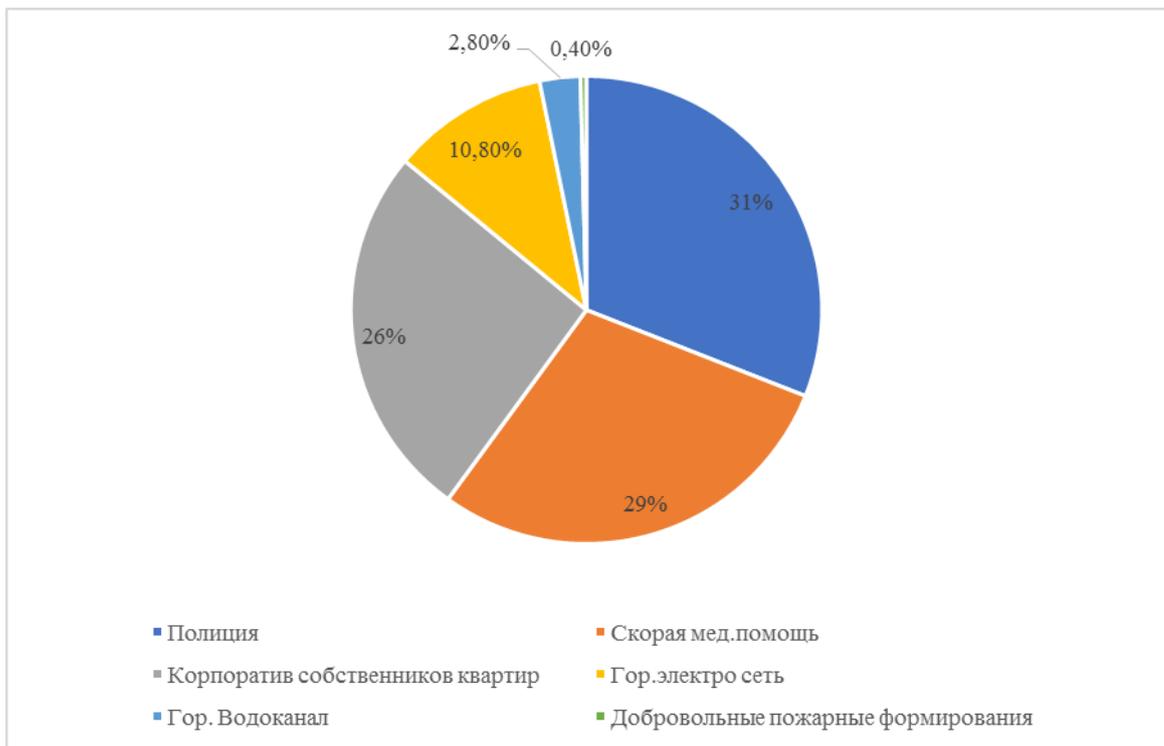


Рисунок 6 – Организация сотрудничества со вспомогательными службами

На рисунке 7 представлены данные по видам и количеству пожарной техники, используемой при ликвидации ЧС.

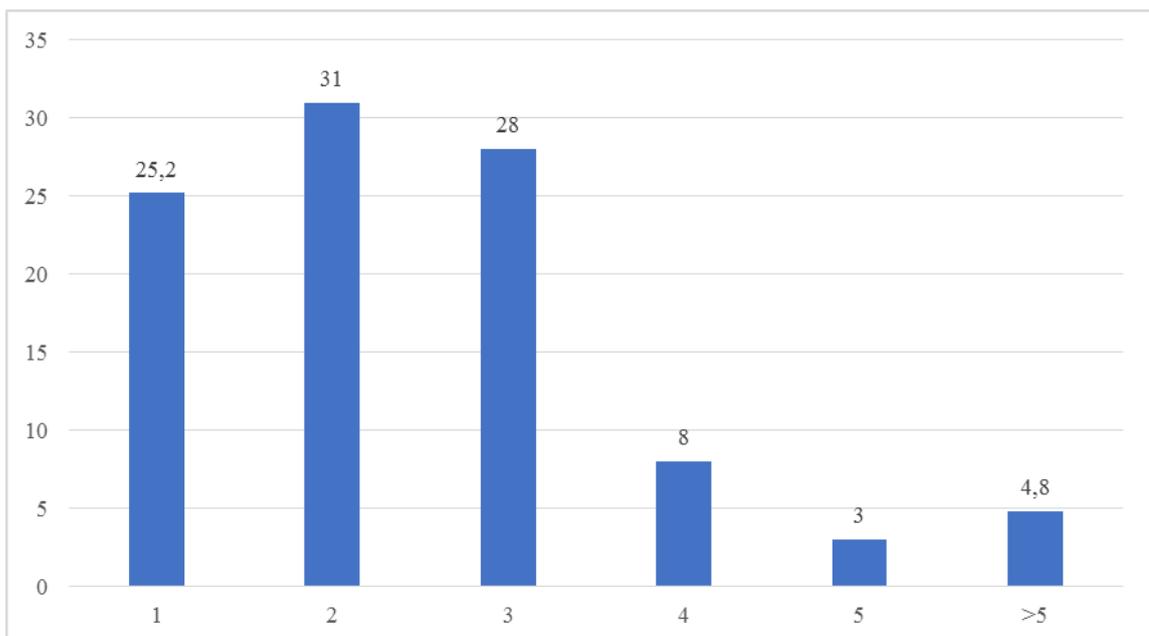


Рисунок 7 – Данные по видам и количеству пожарной техники, используемой при ликвидации ЧС

Из рисунка 7 видно, что «на средние и малые пожары, на тушение которых следовали 1–3 единицы специальных пожарных машин составляли 84,2% от всех вызовов; крупные пожары, на тушение которых следовали пять и больше единиц спецтехники составляли 15,8%» [17].

«Рисунок 8 отражает данные по боевым действиям сотрудников оперативных подразделений: анализ общего числа чрезвычайных пожарных ситуаций, произошедших на рассматриваемом объекте, показал, что:

- в 57,7% случаев применялся один ствол емкости автоцистерны;
- в 17,6% случаев задействовались емкости более чем одной автоцистерны;
- в 12,5% случаев производилась установка автоцистерн на источники воды;
- в 12,2% – стволы не подавались» [17].

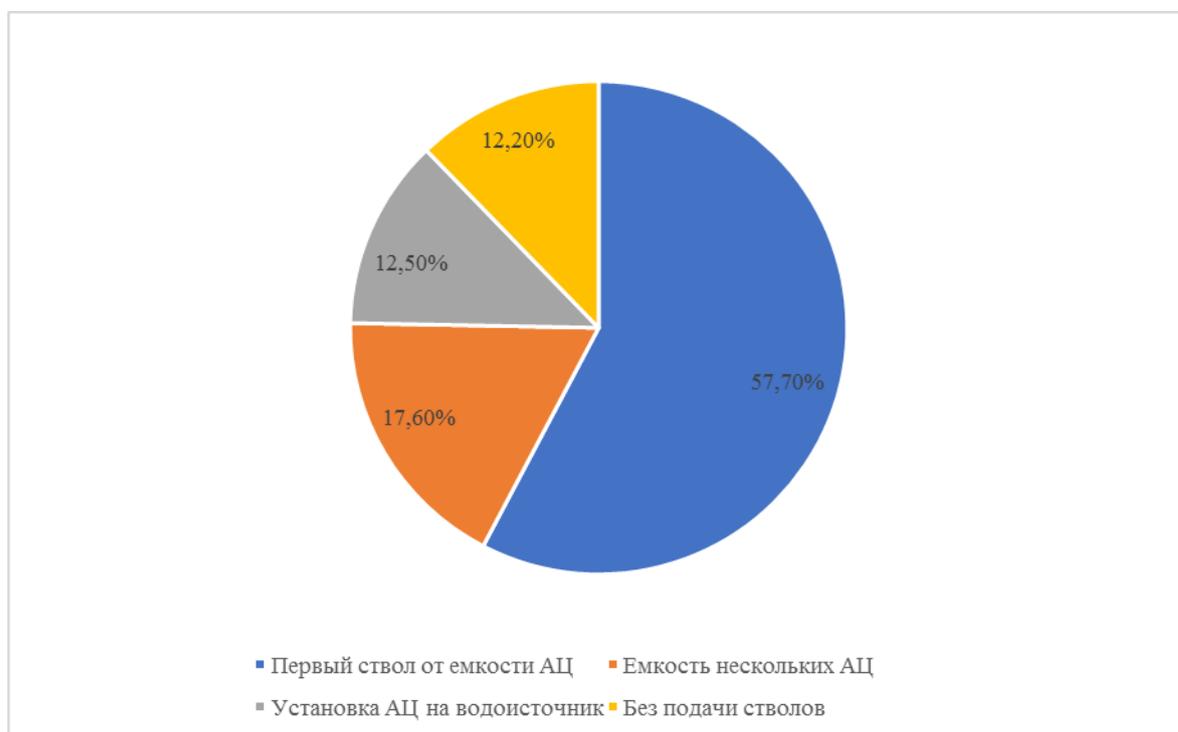
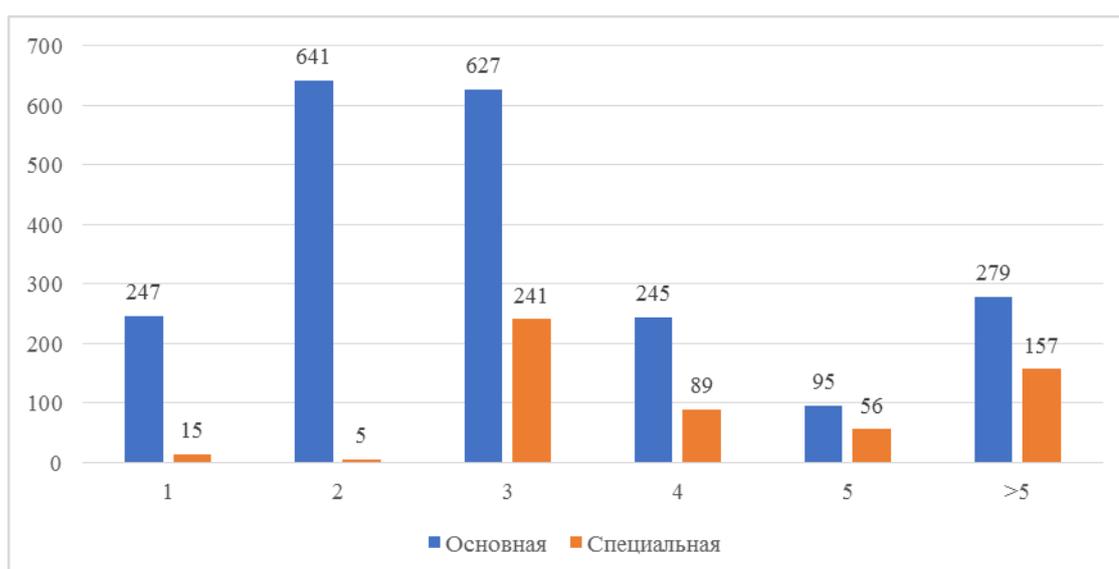


Рисунок 8 – Данные боевой работы оперативных подразделений

Следует обратить внимание на то, что в «реальности число высланных по вызовам оперативных отделений может варьироваться в зависимости от складывающейся оперативной обстановки в городе, поэтому реальное распределение высланной техники по вызовам несколько отличается от заданного расписанием выездов» [7].

На рисунке 9 показано практическое использование специальной техники на всех вызовах по итогам 2021 года, исходя из показателей численности техники, а также ее типа. Почти в 80 процентах случаев были применены автомобильные цистерны, которые используются в самых разных ситуациях, когда существует проблема с получением доступа к системе водоснабжения, что предполагает необходимость обеспечения доставки больших объемов огнетушащих средств. «В остальных случаях использовалась самая разная специальная техника, которая применялась для спасения людей с большой высоты, а также для освещения места пожара, разборки обрушившихся конструкций здания и так далее. Во всех ситуациях общая численность эвакуированных граждан составила 628 человек, из которых 10 граждан были детьми» [7].



## Рисунок 9 – Статистика количества пожарных единиц при ликвидации ЧС

Информация по видам действий при ликвидации ЧС отражена на рисунке 10.



## Рисунок 10 – Информация по видам действий при ликвидации ЧС

При этом:

- «в 84% ситуаций люди эвакуировались самостоятельно, покидая опасную территорию;
- в 12,7% случаев эвакуировали потерпевших с применением носилок;
- в 2,7% случаев задействовали различные подъемные механизмы (авто лестницы, коленчатые подъемники);
- в 0,6% случаев при спасении людей использовалась запасная маска газодымозащиты и пострадавшим оказывалась доврачебная помощь сотрудниками пожарных подразделений» [17].

«Исходя из анализа оперативной обстановки в городе и перспектив выполнения ПСП дополнительных функций следует ожидать увеличения в будущем числа вызовов пожарных подразделений, т. е. увеличения объема их работы» [9].

«Всё это впоследствии может привести к увеличению времени следования оперативных подразделений к месту вызова, если не принимать мер к наиболее рациональной организации и управлению ПСГ, связанных определением необходимого количества сил и средств службы (пожарных депо, техники, личного состава), рационального размещения их на территории города (в зависимости от изменения городских условий) и управления ими с помощью современных информационных технологий» [9].

К числу занятых фактов можно отнести то, что ряд характеристик, описывающих работу поисковых спасательных групп, особенно это касается временных характеристик, которые отвечают за определение общего времени, затраченного для ликвидации пожара. После поступления нового вызова, подразделения пожаротушения сразу же получают необходимые указания. В такой момент запускается работа всего процесса, связанного с обслуживанием такого вызова, занимающего определенный отрезок времени, сформированный набором временных действий, осуществляемых оперативными работниками [35].

«Важнейшими параметрами среди них является время следования первого подразделения к месту вызова, время работы на вызове, возвращение в депо и постановка подразделения в боевой расчёт» [16].

«Данный интервал времени является суммой нескольких продолжительных промежутков времени:

- время следования;
- время разведки и боевого развертывания;
- время локализации пожара;
- время разборки конструкций и проливки;
- время постановки в боевой расчет» [15].

«Указанные временные характеристики процесса пожаротушения являются непрерывными случайными величинами и могут быть описаны соответствующими функциями распределения и числовыми характеристиками» [6]. «Наибольшее значение для математического

моделирования имеет время обслуживания вызовов. Эту величину необходимо знать, прежде всего, для обоснования численности оперативных отделений ПСГ. В работе дано подробное математическое описание этого процесса, воспользуемся некоторыми положениями из этой работы» [4].

Воспользовавшись данными за 2021 год, представим данные временной занятости подразделений в таблице 3.

Таблица 3 – Данные временной занятости подразделений за 2021 г.

Интервал времени работы, ч.	Число случаев, ед.	Число случаев, %
0,25	388	36,3
0,5	335	31,4
1,0	239	22,4
2,0	69	6,5
>2	36	3,4

Из таблицы 4 видно, что в 91 % случаев ПСП ликвидировали ДС до 1 часа. «Используя табличные данные, можно найти среднее время обслуживания одного вызова, согласно формуле» [18]:

$$t_{\text{обсл}} = \frac{n_1 \cdot t_{\text{сл}} + n_2 \cdot t_{\text{разв}} + n_3 \cdot t_{\text{лок}} + n_4 \cdot t_{\text{разб}} + n_5 \cdot t_{\text{расч}}}{\sum n} \quad (4)$$

где « $n_1 \dots n_5$  – количество случаев ликвидации возгораний;

$t_{\text{сл}}$  – время следования;

$t_{\text{разв}}$  – время разведки и боевого развертывания;

$t_{\text{лок}}$  – время локализации пожара;

$t_{\text{разб}}$  – время разборки конструкций и проливки;

$t_{\text{расч}}$  – время постановки в боевой расчет» [18].

Итак, среднее время обслуживания одного вызова:

$$\tau_{\text{обсл}} = \frac{388 \cdot 7,5 + 335 \cdot 22,5 + 239 \cdot 45 + 69 \cdot 90 + 36 \cdot 150}{1067} = 30,8 \text{ мин}$$

«Чтобы представить распределение вероятностей, где  $\tau_{\text{обсл}}$  есть время занятости ПСП обслуживанием вызова, через показательный закон распределения, следует предварительно знать величину параметра, который называется интенсивностью высвобождения оперативных подразделений из процесса обслуживания вызова» [13]. Значение параметра  $\mu$ :

$$\mu = \frac{1}{\tau_{\text{обсл}}} \quad (5)$$

где « $\mu$  – интенсивность потока «освобождения» пожарных подразделений от обслуживания вызовов;

$\tau_{\text{обсл}}$  – среднее время обслуживания одного вызова» [13].

Рассчитываем:

$$\mu = \frac{1}{30,8} = 0,032$$

«Определив величину  $\mu$ , значения эмпирических данных, приступаем к определению вероятности попадания  $\tau_{\text{обсл}}$  в некоторый временной интервал с помощью формул» [13]:

$$P\{\tau_{\text{обсл}} \geq \tau\} = e^{-\mu\tau} \quad (6)$$

$$P\{\tau_{\text{обсл}} < \tau\} = 1 - e^{-\mu\tau} \quad (7)$$

$$P\{\tau_1 \leq \tau_2\} = e^{-\mu\tau_1} - e^{-\mu\tau_2} \quad (8)$$

где « $\tau_{\text{обсл}}$  – среднее время обслуживания одного вызова;

$\mu$  – интенсивность потока «освобождения» пожарных подразделений от обслуживания вызовов;

$\tau, \tau_1, \tau_2$  – интервалы попадания» [13].

«Для любого конкретного временного интервала, обозначенного  $j$  определяем значение теоретической частоты вызовов  $f_j$  и время обслуживания вызова, величина этих параметров будет находиться в границах  $j$  интервала через следующую формулу» [13]:

$$f_i = NP_i \quad (9)$$

где « $f_j$  – теоретическая частота вызовов;

$N$  – длительность времени обслуживания;

$P_j$  – вероятность попадания значения в пределы границ интервала»

[13].

Результаты расчетов теоретического и эмпирического распределений представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Эмпирическое и теоретическое распределения длительности времени обслуживания вызовов ПСП в г.о. Самара в 2021 г.

Номер интервала $j$	Границы интервала		Распределения			
	$\tau_j^H$	$\tau_j^K$	Эмпирическое		Теоретическое	
			Частота $m_j$	Вероятность $\omega_j$	Частота $f_j$	Вероятность $p_j$
1	0	15	388	0,38122	406,8	0,38126
2	15	30	335	0,23589	251,7	0,23589
3	30	60	239	0,23628	252,1	0,23627
4	60	120	69	0,12512	133,5	0,12512
5	120	$\infty$	36	0,02149	22,9	0,02146
Всего:			1067	1,0000	1067	1,0000

Данные таблицы 4 также отразим на рисунке 11.

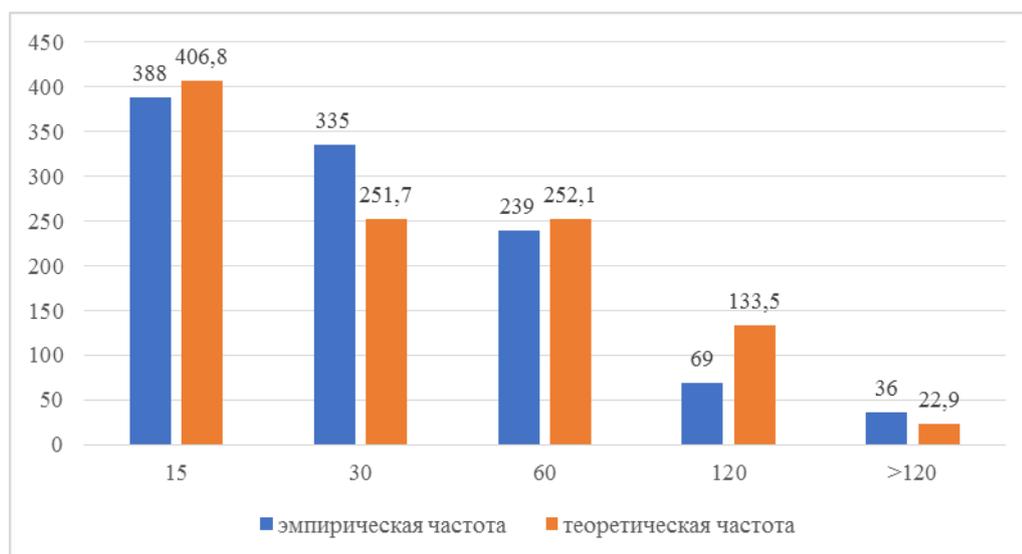


Рисунок 11 – Эмпирическое и теоретическое распределение длительности времени обслуживания вызовов ПСП в городе

С помощью информации, представленной в таблице 5, а также на рисунке 11, можно сделать следующий вывод: удовлетворительным является соответствие между теоретическими и практическими значениями перераспределения времени работы представителей пожарных подразделений в ходе ликвидации пожара. Такие данные дают возможность использовать распределение Эрланга в рамках этой работы в роли модельного временного перераспределения занятости ПСП.

#### Выводы по первому разделу

Для того, чтобы осуществить возможное снижение пожарных рисков в организациях г.о. Самара были проанализированы данные, касающиеся базовых пожарных рисков в Самаре за период с 2011 по 2021 год. Они отличаются наличием следующих значений: значение  $R_1$  колеблется в пределах от 0,8 до 1,22 пожаров, которые приходится на тысячу жителей при максимальном значении в 1,36, зафиксированном в 2021 году; показатель  $R_2$  к 2016 году вырос до 9,8 погибших граждан в ста пожарах, правда, уже к 2021 году было зафиксировано падение численности жертв; показатель  $R_3$  колеблется в пределах от 2,09 до 5,78 погибших на 100 тыс. жителей за год.

Для сравнения в работе также представлена и изучена динамика по базовым пожарным рискам для семи городов мира по итогам 2021 года. В 2021 году в подобных городах во всем мире на одну тысячу жителей было зафиксировано 1,7 пожаров [38]. При этом в ста пожарах в среднем гибло 2 человека. На 100 тысяч жителей умирало от пожаров 2 человека. Это все указывает на высокие показатели уровня смертности от пожаров людей на территории города Самара.

Была проведена также работа по изучению работы Самарского пожарного спасательного гарнизона. Удалось установить тот факт, что 60,2 процентов вызовов приходится на строения жилой недвижимости. Данный фактор обусловлен низким уровнем в жилом секторе пожарной безопасности. От всех вызовов на средние и малые пожары приходится около 84,2 процентов. На крупные пожары соответственно приходится порядка 15,8 процентов всех случаев, которые предполагают задействование минимум пяти единиц техники.

При анализе общей численности чрезвычайных ситуаций, связанных с возникновением пожаров на данном объекте, удалось прийти к выводу, что в 57,7 процентах случаев использовался лишь один ствол от всей емкости автомобильной цистерны; в 17,6 процентах случаев использовалась емкость более одной автомобильной цистерны; в 13,5 процентах случаев осуществлялась работа по установке автомобильной цистерны к источнику подачи воды; в 12,2 процентах случаев не осуществлялась работа по подаче стволов.

При анализе процесса эвакуации можно отметить тот факт, что в 80 процентах случаев эвакуация людей проводилась ими самими. В 12,7 процентах случаев люди были эвакуированы с использованием носилок, а еще в 2,7 процентах случаев были применены особые, специализированные подъемные механизмы.

Ориентируясь на проанализированную информацию, можно сделать вывод о том, что со временем общее число вызовов увеличится. Это приведет также к росту объема работы у сотрудников пожарных подразделений.

В рамках следующего этапа проводилась работа, связанная с анализом времени работы при выезде пожарного спасательного гарнизона города Самара. Показана статистика по итогам 2021 ода. В 91 проценте случаев ПСП занимались ликвидацией ДС до одного часа.

Информация, касающаяся основных пожарных рисков в Самаре за период с 2011 по 2021 год, содержит в себе ряд следующих значений: значение  $R_1$  колеблется в пределах от 0,8 до 1,22 пожаров, предельное значение в 1,36 пришлось на 2021 год; параметр  $R_2$  вырос к 2016 году до 9,8 погибших в ста пожарах, правда, уже к 2021 году он начал падать; значение  $R_3$  колеблется в пределах от 2,09 до 5,78 погибших на 100 тыс. жителей за год.

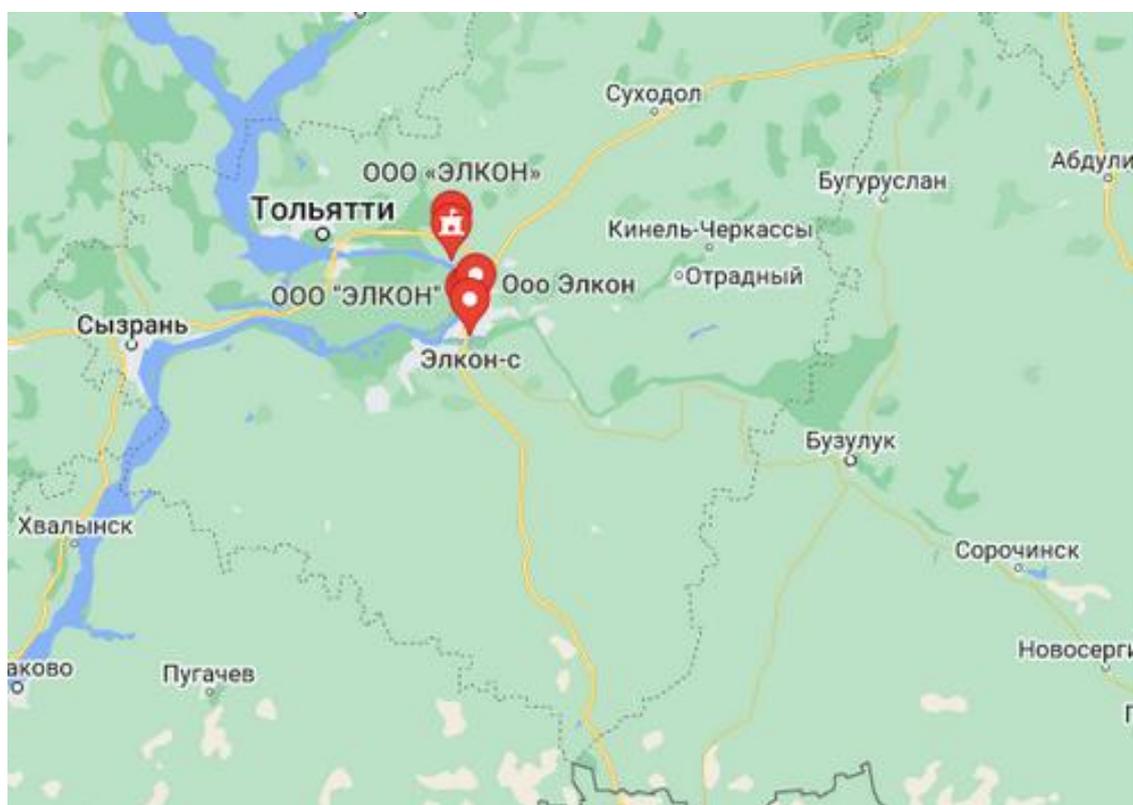
Такие сравнительные данные указывают на высокие показатели смертности от пожаров в городе Самара.

## 2 Характеристика объекта исследования

### 2.1 Оперативно-тактическая характеристика

Объект защиты – выставочно-производственный корпус складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон» (ООО «Элкон»), расположенного по адресу: Самарская область, г. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон». Обследование объекта защиты проведено в мае 2022 г.

Объект защиты представляет одноэтажное производственно-складское здание с четырехэтажным пристроенным административным корпусом. Здание электрифицировано, отопление осуществляется от модульной котельной, находящейся на территории предприятия. Расположение ООО «Элкон» на картах представлено на рисунке 12.



## Рисунок 12 – Расположение ООО «Элкон»

В настоящем исследовании рассмотрим выставочно-производственный блок ООО «Элкон» (рисунок 13).



Рисунок 13 – Выставочно-производственный блок ООО «Элкон»

Инженерные системы противопожарной защиты находятся в работоспособном состоянии.

Для сбора, обработки, передачи, отображения и регистрации извещений о состоянии шлейфов пожарной сигнализации предусмотрено использование сертифицированного оборудования. Специализированной организацией на условиях договора подряда проводятся периодические проверки работоспособности указанных систем и средств противопожарной защиты объекта. Приборы пожарной сигнализации передают сообщения о состоянии своих шлейфов сигнализации и управления по линии интерфейса на пульт контроля и управления, расположенный в помещении с дежурным персоналом, несущим круглосуточное дежурство.

«Ручные пожарные извещатели предназначены для осуществления ручного запуска АПС, выделены в отдельные ШС. Размещение ручных пожарных извещателей выполнено на стенах вдоль эвакуационных путей на высоте  $h=1,5 \pm 0,1$  м от уровня чистого пола. Установка ручных пожарных извещателей выполнена вдоль коридоров и у выходов из здания, но не далее 50 м друг от друга. Освещенность в месте установки ручных пожарных извещателей предусмотрена не менее нормативной» [26].

Проводная система СОУЭ обеспечивает трансляцию тонированного звукового сигнала. Количество оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня звука постоянного шума в защищаемом помещении. Световые оповещатели «Выход» установлены над эвакуационными выходами непосредственно наружу и находятся во включенном состоянии.

«Электроприемники систем противопожарной защиты запроектированы I категории надежности с электроснабжением энергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допускается лишь на время автоматического восстановления питания» [26].

Для ограничения распространения продуктов горения при пожаре по воздуховодам систем вентиляции предусматривается установка в воздуховодах в местах пересечения противопожарных преград противопожарных клапанов с электромеханическим приводом с пределом огнестойкости не менее EI 30 - при нормируемом пределе огнестойкости противопожарной преграды EI 45.

Здания обеспечены первичными средствами пожаротушения согласно норм положенности - Правил противопожарного режима в РФ, приложение №1. «Первичные средства пожаротушения (огнетушители) размещаются на видных легкодоступных местах. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не препятствует безопасной

эвакуации людей. Контроль за сохранностью, содержанием и постоянной готовностью к действию первичных средств пожаротушения осуществляется лицом, ответственным за пожарную безопасность в здании» [26].

К зданиям предусмотрены проезды для пожарных автомобилей с твердым покрытием, рассчитанным на нормативную нагрузку от пожарных машин не менее 16 тонн на ось, для обеспечения доступа пожарных с автолестниц и автоподъемников в любое помещение здания. В этой зоне не предусмотрено размещение ограждения, воздушных линий электропередачи и посадка деревьев. Ширина проездов предусмотрена не менее 3,5 м. Проезды для пожарных машин не используются под стоянку транспорта.

«Расход воды на наружное пожаротушение выставочно-производственного блока (функциональной пожарной опасности Ф 5.1 объемом менее 200 тыс. м<sup>3</sup>) предусматривается не менее чем от двух пожарных гидрантов, расположенных на территории организации установленных на наружной кольцевой водопроводной сети с расходом воды не менее 35 л/сек» [26].

Согласно статье 76 Технического регламента время прибытия первых подразделений пожарной охраны к объекту не превышает 20 минут. Дислокация пожарных подразделений, а также количество сил и средств дежурных караулов частей позволяет ликвидировать пожар прежде, «чем его площадь превысит площадь, которую может потушить один дежурный караул, а также прежде, чем наступит предел огнестойкости строительных конструкций в помещении пожара» [29].

Административный корпус пристроен производственно-складскому зданию и представляет собой 4-х этажное каркасное здание без подвала. Объемно-планировочное решение этажей - коридорная схема расположения помещений.

Помещения располагаются с двух сторон относительно коридора. С противоположных сторон коридора расположены две лестничные клетки. Корпус имеет в плане размеры 12,0 × 48,0 м (в осях). «Здание имеет III

степень огнестойкости, относится к классу конструктивной пожарной опасности С1, классу функциональной пожарной опасности Ф 4.3» [26].

Конструктивные решения здания:

- каркас - колонны, балки перекрытия - металлоконструкции. Каркас решен по рамно-связевой схеме с шагом 6,0 м;
- между осями В1-Г1 в покрытии используется стропильная полуарочная ферма из ГСП;
- ограждающие конструкции стен - блоки стеновые из ячеистого бетона класса В 2.5, плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  и размером  $600 \times 400 \times 250(\text{H})$  мм;
- перекрытия - монолитный железобетон;
- площадки лестниц - монолитные железобетонные по металлоконструкциям, монолитные ступени по металлическим косоурам;
- перегородки из ячеисто -бетонных блоков из бетона класса В2.5, плотностью  $600 \text{ кг/м}^3$  и размером  $600 \times 150 \times 500(\text{H})$  мм; в санузлах и в душевых - кирпичные толщиной 120 мм и 65 мм. На путях эвакуации по коридору, в лестничных клетках и межкомнатные перегородки толщиной 100 мм - гипсокартонные (тип ОС 202) по металлическому каркасу ПрН (С) 50 со звукоизоляцией из плит «URSA», обшитые двумя слоями гипсокартонных листов с обеих сторон.
- крыша: между осями А1-В1 - плоская, рулонная с внутренним водостоком. Кровля здания 2-х слойная, рулонная из «Техноэласта», верхний слой с заводским защитным покрытием. Утеплитель в покрытии - плиты минераловатные повышенной жесткости ППЖ-200 (ГОСТ 22950-95) с объемным весом  $200 \text{ кг/м}^3$  по слою пароизоляции. Уклон кровли к водосточным воронкам организовывается за счет слоя стяжки из керамзитобетона  $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$ . Между осями В1-Г1 - полусводчатая с организованным

наружным водостоком. Покрытие кровли выполнено из профнастила по гидро-ветрозащитной пленке. По периметру на плоском участке кровли запроектировано металлическое ограждение высотой 600 мм.

Узлы пересечения кабелями и трубопроводами ограждающих конструкций с нормируемой огнестойкостью и пожарной опасностью не снижают требуемые пожарно-технические показатели конструкций. Строительные конструкции не способствуют скрытому распространению горения.

Для эвакуации людей при пожаре с этажей корпуса используются рассредоточенные лестницы 1-го типа (внутренние, расположенные в лестничных клетках).

«Ширина маршей лестницы № 1 предусмотрена 1,05 м в свету, ширина площадок предусмотрена не менее ширины маршей. Высота ограждения лестничных маршей предусмотрена не менее 0,9 м. Естественное освещение лестничной клетки осуществляется через окна в наружной стене, расположенные на каждом этаже с площадью остекления не менее 1,2 м<sup>2</sup>. Во внутренних стенах лестничной клетки отсутствуют проемы, за исключением дверных. Лестничная клетка оборудована дверями без приспособлений для самозакрывания и без уплотнений в притворах, на первом этаже двери лестничной клетки отсутствуют» [26]. «Двери, выходящие на лестничную клетку, в открытом положении не уменьшают расчетную ширину лестничных площадок и маршей. Между маршами лестниц и между поручнями ограждений лестничных маршей отсутствует зазор шириной в плане в свету не менее 75 мм» [26]. Выход из лестничной клетки осуществляется в непосредственно наружу через тамбур с дверями шириной 1,0 м.

Ширина маршей лестницы № 2, предусмотрена 1,2 м в свету, ширина площадок предусмотрена не менее ширины маршей. Высота ограждения лестничных маршей предусмотрена не менее 0,9 м. Естественное освещение лестничной клетки осуществляется через окна в наружной стене,

расположенные на каждом этаже «с площадью остекления менее 1,2 м<sup>2</sup>. Устройства для открывания окон находятся на высоте не более 1,7 м от уровня площадок лестниц. Во внутренних стенах лестничной клетки отсутствуют проемы, за исключением дверных» [26]. Лестничная клетка не оборудована дверями с приспособлениями для самозакрывания и с уплотнениями в притворах. Двери, выходящие на лестничную клетку, в открытом положении не уменьшают расчетную ширину лестничных площадок и маршей. Между маршами лестниц и между поручнями ограждений лестничных маршей выполнен зазор шириной в плане в свету не менее 75 мм. Выход из лестничной клетки обеспечивается в вестибюль 1-го этажа (центральная входная зона), который в свою очередь оборудован эвакуационным выходом, ведущим наружу через дверной проем шириной 1,7 м.

Уклон маршей лестниц, предназначенных для эвакуации, предусмотрен не более 1:2, ширину проступи ступени — не менее 25 см, а высота— не более 22 см. В лестничных клетках не предусмотрены открыто проложенные электрические кабели и провода, а также встроенные шкафы, кроме шкафов для коммуникаций и пожарных кранов.

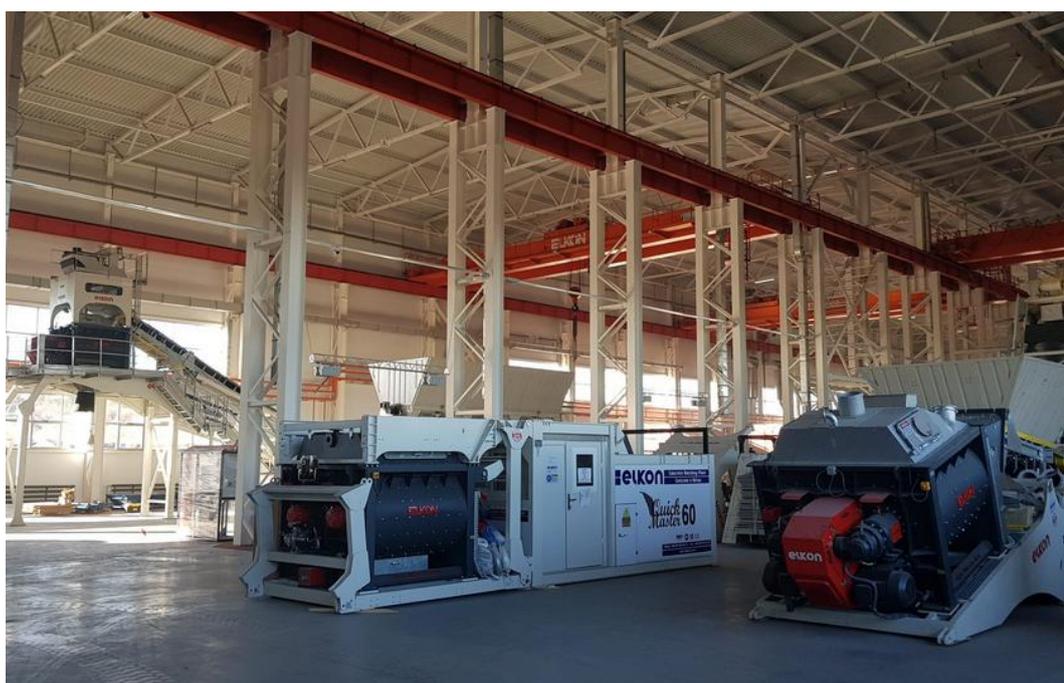
Эвакуация людей осуществляется по эвакуационным путям и эвакуационным выходам в соответствии со ст. 89 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности. В любом случае эвакуационные пути предусмотрены такой ширины, чтобы с учетом их геометрии по ним можно было беспрепятственно пронести носилки с лежащим на них человеком. Не предусматриваются на путях эвакуации подъемно-опускные двери, вращающиеся двери и турникеты. Двери эвакуационных выходов предусматриваются без запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа. В коридорах не предусмотрено размещение оборудования, выступающего из плоскости стен на высоте менее 2 метра. Двери на путях эвакуации открываются по ходу движения людей в направлении выхода наружу (кроме дверей из помещений с одновременным

пребыванием не более 15 чел., из кладовых площадью не более 200 м<sup>2</sup> без постоянных рабочих мест и санитарных узлов). На объекте разработаны планы эвакуации в случае пожара, которые размещаются возле эвакуационных выходов на видных местах.

Административный блок оборудован автоматической системой пожарной сигнализации с применением точечных дымовых и ручных пожарных извещателей и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) 2-го типа, внутренним противопожарным водопроводом, первичными средствами пожаротушения.

«Свободные напоры в пожарных кранах обеспечивают получение компактных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части» [26]. Пожарные краны укомплектованы пожарными рукавами, одинакового с ними диаметра, ручными пожарными стволами и вентилями. К системам противопожарного водоснабжения здания обеспечивается постоянный доступ для пожарных подразделений и их оборудования.

Вид выставочно-производственного корпуса внутри представлен на рисунке 14.



#### Рисунок 14 – Вид выставочно-производственного корпуса внутри

Выставочно-производственный корпус прямоугольной конфигурации в плане, с размерами 48,0 × 125,0 м (в осях), каркасного типа с шагом колонн 6,0 м × 6,0 м. Здание имеет III степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0, класс функциональной пожарной опасности Ф 5.1. Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности В2. Класс зоны согласно ст. 18 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - П-Па.

По конструктивной схеме производственный корпус представляет собой каркас из силикатных колонн и системы пространственных стержневых конструкций покрытия, выполненных по серии 1.466-2.

Конструктивные решения здания:

Каркас:

- колонны двухветвевые - решетчатые;
- фахверковые колонны - из прокатных двутавров;
- балки покрытия металлические - швеллеры;
- фермы двускатные - из гнuto-сварных профилей квадратных и прямоугольных труб;
- покрытие профилированный лист типа Н 75-750-0.8 (ГОСТ 24045-94) по металлическим прогонам с утеплением минераловатным утеплителем ТЕХНО РУФ;
- перекрытия между осями В1-Г1- сборные железобетонные плиты L = 6 м с опиранием по двум сторонам.
- ограждающие конструкции (наружные стены) из термопанелей, толщиной 150 мм по технологии «Термостепс» или «Электрощит» с горизонтальной навеской;
- перегородки кирпичные;
- лестничные клетки для прохода к техническим помещениям - внутренняя открытая, 2 типа, с шириной марша 0,9 м. Марши,

- площадки - монолитные железобетонные по металлоконструкциям, уклон маршей 1:2. Ограждения металлические на высоту 900 мм;
- кровля (по одному пролету) - двухскатная, с внутренним водостоком.

По периметру запроектировано металлическое ограждение высотой 600 мм;

Дверные полотна в проемах противопожарных перегородок 1 типа имеют предел огнестойкости EI 60 и EI 30.

Эвакуация из производственного корпуса осуществляется непосредственно наружу через двери и калитки в воротах шириной 0,86 м.

«Выставочно-производственный корпус оборудован автоматической установкой пожарной сигнализации с применением точечных и линейных дымовых и ручных пожарных извещателей и системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 2-го типа, первичными средствами пожаротушения, внутренним противопожарным водопроводом» [26].

Расход воды на внутреннее пожаротушение составляет не менее 4 струи по 2,6 л/с каждая. Каждая точка помещения орошается двумя струями. «Свободные напоры в пожарных кранах обеспечивают получение компактных струй высотой, необходимой для тушения пожара в любое время суток в самой высокой и удаленной части» [26]. Пожарные краны укомплектованы пожарными рукавами, одинакового с ними диаметра, ручными пожарными стволами и вентилями. К системам противопожарного водоснабжения здания обеспечивается постоянный доступ для пожарных подразделений и их оборудования.

Выход на кровлю здания осуществляется по наружным металлическим лестницам типа П1.

## **2.2 Расчет пожарных рисков объекта**

Величина индивидуального пожарного риска в зданиях, сооружениях и на территориях производственных объектов не должна превышать одну миллионную в год [8].

В результате проведения обследования в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон» было обнаружено несоответствие пожарным нормативным требованиям – между маршами лестницы в осях В1-Г1/4-6 не предусмотрено расстояние не менее 75 мм

Таким образом получается, что в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон», для людей, находящихся жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта существует опасность превышения значения индивидуального пожарного риск в результате воздействия опасных факторов пожара.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска не должна превышать одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из помещений сооружения точке.

Для расчета динамики эвакуации людей, развития пожара и пожарного риска приняты следующие исходные данные:

- здание оборудовано системой автоматической пожарной сигнализации (АПС) старого образца, не соответствующей требованиям нормативных документов по пожарной безопасности –  
 $D_{ijk} = 0,8$ ;
- здание оборудовано системой оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей (СОУЭ) в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности –  
 $D_{ijl} = 0,8$ ;

- оборудование здания системой автоматического пожаротушения (АУПТ) не требуется в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности;
- между маршами лестницы в осях В1-Г1/4-6 не предусмотрено расстояние не менее 75 мм;
- время пребывания людей принято не более 9 часов в сутки, следовательно показатель  $q_{im} = 0,375$ ;
- частота возникновения пожара в течение года –  $Q_{п} = 4 \cdot 10^{-2}$ ;
- время начала эвакуации ( $t_{н.э.}$ ) принято 0,5 мин;
- все участки движения людей, применяемые в расчетной схеме эвакуации по высоте не менее 1,9 м и ширине не менее 0,7 м;
- эвакуация людей осуществляется по эвакуационным путям и эвакуационным выходам в соответствии со ст. 89 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности.

В выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон», выполнены не все условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

В качестве наиболее опасных сценариев для объекта защиты рассмотрены следующие варианты возникновения и развития пожара:

- очаг пожара расположен на первом этаже административного блока;
- очаг пожара расположен в ремонтном цехе выставочно-производственного здания.

Время начала эвакуации ( $t_{н.э.}$ ) в помещении пожара принято 0,5 мин. Для расчетов использовалось программное обеспечение «СИТИС: Флоутек ВД 4.11» и «СИТИС: ВИМ 4.10».

Вероятность эвакуации по эвакуационным путям  $P_{э.л.ij}$  определим по зависимости:

$$P_{ЭП} = \begin{cases} 0,999, \text{ если } t_p < 0,8 \cdot \tau_{\delta} \\ 0,999, \text{ если } t_p \leq 0,8 \cdot \tau_{\delta} \\ 0,000, \text{ если } t_p > 0,8 \cdot \tau_{\delta} \end{cases} \quad (10)$$

где  $\tau_{\delta}$  – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин;

$t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин;

$P_{ЭП}$  принимаем равным 0,999, по всем путям эвакуации выполняется условие  $t_p < 0,8 \cdot \tau_{\delta}$ .

Движение потока людей в безопасную зону завершается до наступления критических значений опасных факторов пожара. Вероятность эвакуации  $P_{Э}$  принимаем равным 0,999, исходя из того, что эвакуация людей из помещений в безопасную зону завершается до наступления критических значений опасных факторов пожара. На основании ст. 53 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» безопасная эвакуация людей на рассматриваемом объекте защиты считается обеспеченной.

Таким образом, вероятность эвакуации ( $P_{Э}$ ) вычислим по формуле:

$$P_{Эij} = 1 - (1 - P_{Э.Пij}) \cdot (1 - P_{Д.Вij}) \quad (11)$$

где  $P_{Э.Пij}$  – вероятность эвакуации людей, находящихся в  $i$ -ом помещении здания, по эвакуационным путям при реализации  $j$ -го сценария пожара;

$P_{Д.Вij}$  – вероятность выхода из здания людей, находящихся в  $i$ -ом помещении, через аварийные или иные выходы.

Данные для расчета брались из расчета сценариев развития пожара.

$$P_{Эij} = 1 - (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,001) = 0,999$$

Вероятность  $D_{ij}$  эффективной работы технических средств по обеспечению пожарной безопасности  $i$ -го помещения при реализации  $j$ -го сценария пожара определяется по формуле:

$$D_{ij} = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - D_{ijk}) \quad (12)$$

где  $K$  – число технических средств противопожарной защиты;

$D_{ijk}$  – вероятность эффективного срабатывания (выполнения задачи)  $k$ -го технического средства при  $j$ -ом сценарии пожара для  $i$ -го помещения здания [28].

Ввиду того, что здание имеет систему пожарной сигнализации, а также систему пожарного звукового оповещения, то вероятность осуществления техническими средствами эффективной работы, связанной с обеспечением пожарной безопасности, будет равна:

$$D_{ij} = 1 - (1 - 0,8) \cdot (1 - 0,8) = 0,96$$

Условная вероятность поражения человека  $Q_{dij}$  определяется по формуле:

$$Q_{dij} = (1 - P_{zij}) \cdot (1 - D_{ij}) \quad (13)$$

$$Q_{dij} = (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,96) = 4 \cdot 10^{-5}$$

Величина потенциального риска  $P_i$  (год<sup>-1</sup>) в  $i$ -ом помещении здания объекта определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^J Q_j \cdot Q_{dij} \quad (14)$$

где  $J$  – число сценариев возникновения пожара в здании;

$Q_j$  – частота реализации в течение года  $j$ -го сценария пожара, год<sup>-1</sup>;

$Q_{dij}$  – условная вероятность поражения человека при его нахождении в  $i$ -ом помещении при реализации  $j$ -го сценария пожара.

Частота реализации пожароопасной ситуации (среднее ожидаемое число пожаров в год) принята  $4 \cdot 10^{-2}$ , м<sup>2</sup>/год<sup>-1</sup>.

Таким образом, значение  $P_i$  будет равно:

$$P_i = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-5} = 1,6 \cdot 10^{-6}$$

Величина индивидуального риска  $Q^{B,i}$  для работника рассматриваемого объекта при его нахождении на территории объекта определяется по формуле:

$$Q^{B,i} = Q_{П,i} [1 - (P_{Э,i} + (1 - P_{Э,i}) P_{СП,i})] \quad (15)$$

«где  $Q_{П,i}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года

определяется на основании статистических данных;

$P_{Э,i}$  – вероятность эвакуации людей;

$P_{СП,i}$  – вероятность спасения людей [25].

$$Q^{B,i} = 0,0281 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,987) \cdot (1 - 0,89) = 2,44 \cdot 10^{-6}$$

Величина индивидуального пожарного риска для работников объекта защиты превышает значение, установленных статьей 93 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а именно:

$$3,64 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год} > 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Для того, чтобы добиться снижения значения индивидуального пожарного риска до нормативного значения необходимо предпринять меры по разработке мероприятий по снижению пожарных рисков.

Было принято решение рассмотреть применение систем СОУЭ, которые помогают снизить пожарные риски на объекте. Осуществлен анализ проводных и беспроводных типов систем, изучены их преимущества и недостатки и положительных эффект от применения на конкретном объекте.

Поскольку на объекте уже установлена проводная система СОУЭ, выбор был сделан в пользу использования беспроводных систем СОУЭ. На сегодняшний день уже существуют специальные беспроводные СОУЭ. Их использование помогает добиться эффекта увеличения общего числа транслируемых сигналов, что дает возможность обеспечивать передачу по одной линии сразу нескольких сообщений. Также это позволяет объединить несколько автономных систем с возможностью управления ми. Подобная беспроводная система отличается упрощенным монтажом, а также обеспечением живучести СОУЭ. Трансляция звуковых сообщений осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей. Далее в расчетах будет рассмотрено влияние внедрения дополнительных мер защиты пожарной безопасности в виде СОУЭ, которое позволит сократить время эвакуации из здания, снизив риск работников.

Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают уровень звука во всех местах пребывания людей.

Выводы по второму разделу

Объект защиты – выставочно-производственный корпус складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон» (ООО «Элкон»), расположенного по адресу: Самарская область, г. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон». Обследование объекта защиты проведено в мае 2022 г. Объект защиты представляет одноэтажное производственно-складское здание с четырехэтажным пристроенным административным корпусом. Здание электрифицировано, отопление осуществляется от модульной котельной, находящейся на территории предприятия.

Выставочно-производственный корпус прямоугольной конфигурации в плане, с размерами 48,0 × 125,0 м (в осях), каркасного типа с шагом колонн 6,0 м × 6,0 м. Здание имеет III степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0, класс функциональной пожарной опасности Ф 5.1. Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности В2. Класс зоны согласно ст. 18 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - П-Па.

В результате проведения обследования в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон» было обнаружено отступление от пожарных нормативных требований – между маршами лестницы в осях В1-Г1/4-6 не предусмотрено расстояние не менее 75 мм

Таким образом получается, что в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон», для людей, находящихся жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне

рекреационного назначения вблизи объекта существует опасность превышения значения индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска не должна превышать одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из помещений сооружения точке [38].

В результате проведения расчета установлено, что индивидуальный пожарный риск в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон», составляет  $3,64 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>, а значит превышает значение, установленное статьей 93 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а именно:  $3,64 \cdot 10^{-6}$ 1/год  $> 1 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

Для того, чтобы добиться снижения значения индивидуального пожарного риска до нормативного значения необходимо предпринять меры по разработке мероприятий по снижению пожарных рисков.

В настоящем исследовании мы будем рассматривать применение систем СОУЭ, которые помогают снизить время эвакуации при пожаре, снижая риски работников на объекте. Были рассмотрены проводные и беспроводные типы систем, изучены их преимущества и недостатки и положительных эффект от применения на конкретном объекте. Итак, наш выбор был сделан в пользу использования беспроводных систем СОУЭ. На сегодняшний день уже существуют специальные беспроводные СОУЭ. Их использование помогает добиться эффекта увеличения общего числа транслируемых сигналов, что дает возможность обеспечивать передачу по одной линии сразу нескольких сообщений. Также это позволяет объединить несколько автономных систем с возможностью управления ми. Подобная беспроводная система отличается упрощенным монтажом, а также обеспечением живучести СОУЭ. Трансляция звуковых сообщений

осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей.

Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают уровень звука во всех местах пребывания людей.

### **3 Мероприятия по снижению пожарных рисков в организации**

#### **3.1 Патентно-информационный обзор решений, способствующих снижению пожарных рисков в организации**

Основные задачи СОУЭ – своевременные сообщения людям информации о возникновении пожара, необходимости эвакуироваться, путях и очередности эвакуации. После введения санкций многие заказчики были вынуждены заменить иностранные системы управления оповещением на отечественные аналоги. С помощью современных отечественных СОУЭ можно полноценно заменить иностранные системы. Производимые сейчас СОУЭ отличаются наличием полноценной возможности приема сигналов, команд от централизованных оповещательных систем гражданской обороны с последующим их трансляцией через речевые оповещатели.

Существует возможность выделения сразу нескольких блоков, являющихся общими для всех существующих систем пожарного оповещения:

- «блок управления и коммуникации;
- усилительное оборудование (предварительные усилители и усилители мощности);
- выносные микрофонные консоли для организации удаленного рабочего места;
- источники сигнала (микрофон, установленный на пульте диспетчера или на блоке тревожных сообщений, цифровой магнитофон с записанными тревожными сообщениями, генератор тонального сигнала, радиоприемник, CD-проигрыватель, внешняя трансляционная сеть);
- громкоговорители (оповещатели рупорные, настенные, потолочные);

- эвакуационные знаки пожарной безопасности, световые оповещатели» [3].

Системы оповещения о пожаре должны включаться автоматически от командного сигнала, формируемого автоматической установкой пожарной сигнализации или пожаротушения, при этом по зонам передается записанное электронное сообщение. При необходимости диспетчер сможет самостоятельно передать, имеющиеся экстренные сообщения с помощью микрофонной консоли или же через блок управления СОУЭ.

Как правило, такие системы являются проводными и аналоговыми. При этом существуют СОЭУ, где обработка звуковой информации осуществляется в цифровом формате («Киберсистема», «Стриж-2») и беспроводные СОУЭ («Орфей-Р»). Рассмотрим результаты сравнения данных типов систем в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выполненной работы

Наименование технического решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
Проводные системы СОУЭ	«Предсказуемость сигнала. Нет воздействия радиоволны, что исключает уменьшение мощности сигнала. Проводная сеть выполняется с ветвлениями таким образом, что в них предусмотрена защита от коротких замыканий. Доступность и распространенность подобных систем» [4]	«Нет гарантии того, что в момент передачи экстренной информации абонентский громкоговоритель подключен к распределительной сети. Если абонентский громкоговоритель подключен к распределительной сети, нет гарантии, что уровень звука на выходе громкоговорителя будет достаточным, чтобы слушатель	Использованием данных систем обеспечивается их доступностью и сравнительно недорогой стоимостью. Зачастую данные системы используются на небольших объектах, где количество кабельной развязки не оказывается проблемой.

		воспринял экстренную информацию» [4].	
--	--	---------------------------------------	--

Продолжение таблицы 5

Наименование технического решения	Преимущества известных технических решений	Недостатки известных технических решений	Положительные эффекты от использования и сущность разрабатываемого решения
		«Контрольное оборудование не в состоянии обнаружить отдельную коротко замкнутую абонентскую линию. Аналогично обстоит дело и с обрывом абонентской линии» [7]. Станционная аппаратура проводной сети не предназначена для обнаружения подобных неисправностей.	
Беспроводные системы СОУЭ	«Реализуется алгоритм динамической маршрутизации с использованием передачи сигнала о пожаре по радиоканалу, который не перегорает. Увеличение количества транслируемых сигналов и позволяет передавать параллельно по одним линиям нескольких сообщений, а также объединять несколько систем оповещения и управлять ими. Значительно упрощается монтаж, обеспечивается живучесть СОУЭ в случае возникновения пожара» [7].	«Отсутствие ложных тревог, возникающих в результате реакции приемно-контрольного прибора. Некоторые материалы поглощают радиоволны, что приводит к значительному уменьшению мощности сигнала» [7].	Данный вид СОУЭ является более перспективным в обеспечении надежности работы системы.

Итак, наш выбор будет сделан в пользу использования беспроводных систем СОУЭ. На сегодняшний день уже существуют специальные беспроводные СОУЭ. Их использование помогает добиться эффекта увеличения общего числа транслируемых сигналов, что дает возможность обеспечивать передачу по одной линии сразу нескольких сообщений. Также это позволяет объединить несколько автономных систем с возможностью управления. Для того, чтобы выбрать беспроводную систему СОУЭ, которая будет удовлетворять потребностям выставочно-производственного корпуса складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон», рассмотрим несколько подобных типов СОУЭ в таблице 6.

Таблица 6 – Сравнительная характеристика беспроводных систем СОУЭ

Название	Описание	Характеристики
Беспроводная система речевого оповещения с автономным питанием Орфей–Р	Беспроводная система речевого оповещения Орфей–Р исп.2 применяется при организации систем СОУЭ для передачи речевых аварийных сообщений по сигналу от ПКУ. Система применяется в комплексе устройств радиосистемы «Стрелец-Интеграл» совместно с приемно-контрольными устройствами РРОП-М2, РРОП-И, РРОП-М исп.У, РРОП2 и ПКР–GSM. Обновленный дизайн и работа по радиоканалу способствуют применению системы в помещениях с высокими требованиями к дизайну, а также местах, где затруднена/невозможна прокладка кабельных трасс	Трансляция сообщений на русском и английском языках. Работа в режиме двухсторонней радиосвязи. Запись 3-х речевых сообщений (до 32 сек.) производится с УЗРС или ПК Применение до 256 приборов Орфей–Р в рамках одной системы. Настраиваемая тактика включения оповещения по событиям системы. Регулировка громкости в 4-х уровнях. Современный дизайн корпуса с возможностью установки прибора на стену или потолок. Двухцветный программируемый индикатор отображает состояние элементов питания и режимы работы Орфей–Р. Встроенный датчик вскрытия корпуса и отрыва прибора от поверхности. Питание прибора производится от основного и резервного элементов. Автоматический контроль состояния источников питания, передача сигнала о разряде на

		ПУКУ
--	--	------

Продолжение таблицы 6

Название	Описание	Характеристики
Беспроводная система Астра	<p>Организация централизованной охраны компактно расположенных объектов путем передачи извещений по радиоканалу.</p> <p>Организация индивидуальной защиты путем передачи по радиоканалу сигналов с тревожных кнопок на пост охраны.</p> <p>Область применения системы – охрана торговых и гаражных комплексов, больших индустриальных и промышленных объектов.</p>	<p>Двусторонний радиообмен с квитирированием для использования на нелицензируемой частоте с нелицензируемыми уровнями мощности.</p> <p>Использование в качестве «радиоудлинителя» выхода объектового ППКО на ПЦН; 250 устройств оконечных объектовых и/или тревожных кнопок ПДУ (возможность контроля одним УОП всех устройств).</p> <p>2000 объектов при применении объектовых ППКО Астра.</p> <p>Использование выносных антенн для увеличения дальности</p>
СОУЭ Тромбон	<p>Прибор предназначен для построения систем оповещения и управления эвакуации</p>	<p>Полноценная система оповещения в одном блоке.</p> <p>Речевое оповещение.</p> <p>Управление звуковыми, световыми и комбинированными пожарными оповещателями.</p> <p>Бесперебойное питание звуковых и световых пожарных оповещателей.</p> <p>Контроль линий связи с оповещателями и АУПС.</p> <p>Работа от основного и резервного источника питания.</p> <p>Наличие встроенного микрофона.</p>

Поскольку рассматриваемый объект защиты обладает достаточно большой площадью, выбираем беспроводную систему СОУЭ «Астра», так как данный тип позволяет установить до 250 извещателей благодаря системе радиоудлинителя. Подобная беспроводная система отличается упрощенным монтажом, а также обеспечением живучести СОУЭ. Трансляция звуковых сообщений осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей.

Состав системы показан в таблице 7.

Таблица 7 – Состав беспроводной системы СОУЭ «Астра»

Наименование оборудование	Марка	Количество
Прибор приемно-контрольный охранно-пожарный	Астра-812 Pro	1
Пульт контроля и управления	Астра-814 Pro	1
Расширитель проводной адресный	Астра-А РПА	2
Модуль интерфейса	Астр-RS-485	1
Изолятор адресной линии связи	Астра-А ИЛС	25
Блок сигнально-пусковой адресный	Астра-БПА	2
Блок бесперебойного питания 24В	БИРП 24/6,0L	2
Размножитель напряжения питания	УЗК-4	2
Аккумулятор 17 Ач, 12В		2
Аккумулятор 26 Ач, 12В		2
Извещатель пожарный дымовой адресный	Астра-42А	50
Извещатель пожарный ручной адресный	Астра-45А	5
Извещатель пожарный дымовой линейный	ИПДЛ-Д-1/4Р	4
Кожух защитный для ИПДЛ-Д-1/4Р		3
Световое табло «Выход» 24В	Топаз 24	6
Световое табло «Стрелка» 24В	Топаз 24	3
Оповещатель звуковой 24В	Марс 24-ЗП	7

В беспроводной системе СОУЭ «Астра» значительно упрощается монтаж, а главное – обеспечивается живучесть СОУЭ.

Трансляция звуковых сообщений осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей. Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей в соответствии с нормами

Структурная схема беспроводной системы СОУЭ «Астра» для выставочно-производственного корпуса складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон» представлена на рисунке 15.

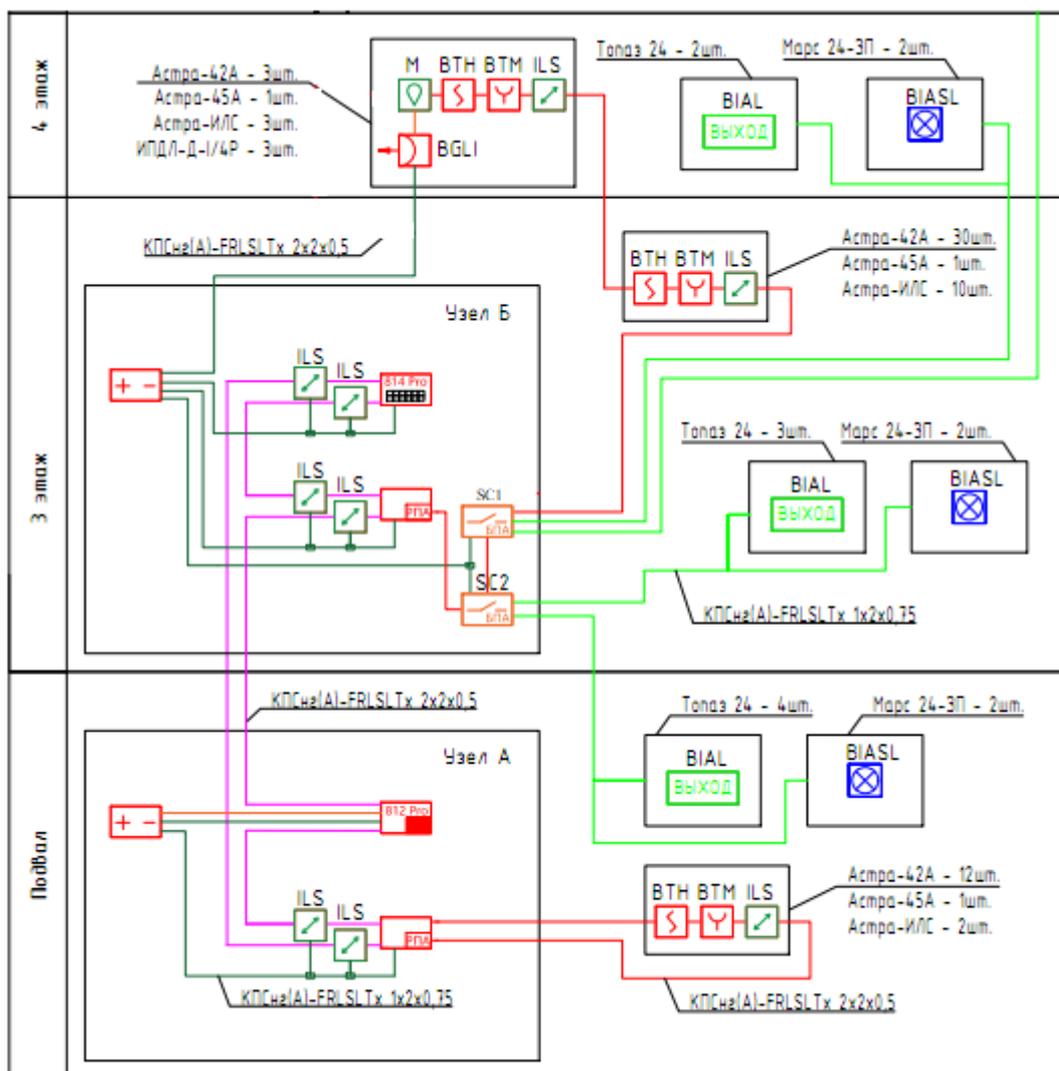


Рисунок 15 – Структурная схема беспроводной системы СОУЭ «Астра» для выставочно-производственного корпуса складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон»

Сигнализация представляет собой полный комплект узлов, необходимых для монтажа сигнальных устройств, обеспечения их эксплуатации и удаленного приема сигнала.

Преимущества беспроводной системы СОУЭ «Астра»:

- отсутствие монтажных работ, извещатели достаточно закрепить на нужном месте;
- не наносится ущерб интерьеру помещения за счет прокладки проводных каналов связи;

- управляется с помощью SMS, специальных брелоков или с пульта охраны;
- легко переключается с пожарной на охранную функцию и наоборот;
- извещатели обладают высокой чувствительностью, а передающие и принимающие устройства гарантированной надежностью;
- используются все виды оповещения от голосовых и световых сигналов, до передачи SMS;
- передача информации с помощью радиоканалов, т.е. независимо от наличия электроэнергии на объекте;
- большой радиус действия от 1,3 тысяч метров для брелока до 2,5 тысяч метров для радиопередающих устройств, если есть прямая видимость между передающим и принимающим устройством;
- одновременно можно контролировать почти 50 извещателей;
- защита информационных радиосообщений от подмены или глушения.

### 3.2 Анализ эффективности предлагаемых решений

Вероятность повышения эффективности работы технических средств по обеспечению пожарной безопасности рассматриваемого помещения определяется по формуле:

$$D_{ij} = 1 - \prod_{k=1}^K (1 - D_{ijk}) \quad (16)$$

где  $K$  – число технических средств противопожарной защиты;

$D_{ijk}$  – вероятность эффективного срабатывания (выполнения задачи)  $k$ -го технического средства при  $j$ -ом сценарии пожара для  $i$ -го помещения здания [28].

В здании была применена беспроводная система СОУЭ «Астра», что позволило установить до 250 извещателей благодаря системе радиоудлинителя. Поскольку улучшение пожарной безопасности произошло техническими средствами эффективной работы, согласно методике расчета риска добавляется новый множитель:

$$D_{ij} = 1 - (1 - 0,8) \cdot (1 - 0,8) \cdot (1 - 0,8) = 0,992$$

Условная вероятность поражения человека  $Q_{dij}$  определяется по формуле:

$$Q_{dij} = (1 - P_{эij}) \cdot (1 - D_{ij}) \quad (17)$$

$$Q_{dij} = (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,992) = 8 \cdot 10^{-6}$$

Величина потенциального риска  $P_i$  (год<sup>-1</sup>) в  $i$ -ом помещении здания объекта определяется по формуле:

$$P_i = \sum_{j=1}^J Q_j \cdot Q_{dij} \quad (18)$$

где  $J$  – число сценариев возникновения пожара в здании;

$Q_j$  – частота реализации в течение года  $j$ -го сценария пожара, год<sup>-1</sup>;

$Q_{dij}$  – условная вероятность поражения человека при его нахождении в  $i$ -ом помещении при реализации  $j$ -го сценария пожара.

Частота реализации пожароопасной ситуации (среднее ожидаемое число пожаров в год) принята  $4 \cdot 10^{-2}$ , м<sup>2</sup>/год<sup>-1</sup>.

Таким образом, значение  $P_i$  будет равно:

$$P_i = 4 \cdot 10^{-2} + 8 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 10^{-2}$$

Величина индивидуального риска  $Q^{в,i}$  для работника рассматриваемого объекта при его нахождении на территории объекта определяется по формуле:

$$Q^{в,i} = Q_{п,i} [1 - (P_{э,i} + (1 - P_{э,i})P_{сп,i})] \quad (19)$$

«где  $Q_{п,i}$  – частота возникновения пожара в здании в течение года определяется на основании статистических данных;

$P_{э,i}$  – вероятность эвакуации людей;

$P_{сп,i}$  – вероятность спасения людей [25].

$$Q^{в,i} = 0,0281 \cdot (1 - 0,9) \cdot 1 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,89) = 3,64 \cdot 10^{-7}$$

Теперь величина индивидуального пожарного риска для работников объекта защиты удовлетворяет значению, установленному статьей 93 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а именно:

$$3,64 \cdot 10^{-7} \text{ 1/год} < 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Также для расчета эффективности внедрения СОУЭ рассмотрим, как изменится время эвакуации до и после внедрения. «Расчетное время эвакуации определяется в следующей последовательности: определяется наиболее длинный эвакуационный путь; определяются параметры движения людского потока; суммируется время движения по каждому участку» [7].

Расчет времени эвакуации до внедрения СОУЭ представлен в таблице

8.

Таблица 8 – Расчет времени эвакуации до внедрения СОУЭ

№ участка	Количество людей	Интенсивность движения	Скорость движения	Задержка	Время прохождения
1	14	12,1	21	-	1,3
2	17	13,5	14	-	1,5
3	23	16,3	18	3,04	3,77
4	21	16,1	20	1,2	2,6
5	16	13,2	34	-	1,1
Итого					10,27

Расчет времени эвакуации после внедрения СОУЭ представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет времени эвакуации до внедрения СОУЭ

№ участка	Количество людей	Интенсивность движения	Скорость движения	Задержка	Время прохождения
1	14	12,1	21	-	0,8
2	17	13,5	14	-	0,7
3	23	16,3	18	-	0,53
4	21	16,1	20	-	0,5
5	16	13,2	34	-	0,4
Итого					2,93

Итоговое время эвакуации при ширине дверного проема 1,15 м – 2,545 мин, что меньше необходимого времени эвакуации (3,077 мин), а значит безопасная эвакуация обеспечивается.

Также необходимо рассмотреть экономическую эффективность применения беспроводной системы СОУЭ «Астра», что позволило установить до 250 извещателей благодаря системе радиоудлинителя.

Процедура вычисления значения экономической результативности представленных выше мер предполагала создание финансового плана и расчет сметы. В таблице 10 представлен план финансового обеспечения.

Таблица 10 – План финансового обеспечения мероприятия

Наименование мероприятия	Основание	Стоимость, руб.	Срок реализации	Ответственный
Установка технических решений	План мероприятий по улучшению условий труда на 2022 г.	201 450	4 кв. 2022 г.	Главный инженер

Смета расходов на мероприятие представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Смета расходов на мероприятие

Наименование рабочей зоны	Противопожарная муфта
Стоимость оборудования, руб.	111 000
Стоимость проектирования, руб.	30 000
Стоимость монтажных работ, руб.	60 450
Итого, руб.	201 450

Экономический эффект:

$$\mathcal{E}_r = Y - Z \quad (21)$$

где « $\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект, руб.;

$Y$  – величина потерь организации при пожаре, руб.;

$Z$  – затраты на реализацию мероприятия, руб.» [2].

$$\mathcal{E}_r = 450000 - 201450 = 248550 \text{ руб.}$$

Итак, предварительно экономический эффект является положительным значением.

Экономическая эффективность мероприятия:

$$\mathcal{E}_r = \frac{Y}{Z} \quad (22)$$

где « $\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект, руб.;

$Y$  – величина потерь организации при пожаре, руб.;

$Z$  – затраты на реализацию мероприятия, руб.» [2].

$$\mathcal{E}_r = \frac{450000}{201450} = 2,23$$

Чистый экономический эффект:

$$\text{ЧЭЭ} = \sum \mathcal{E}_t - Z_t \quad (23)$$

где « $\mathcal{E}_t$  – результаты, достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$Z_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения» [2].

Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t - Z_t + A_t) \frac{1}{(1+E)^t} \quad (24)$$

где «ЧДД – чистый дисконтированный доход;

$\mathcal{E}_t$  – результаты, достигнутые на  $t$ -ом шаге расчета;

$Z_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге;

$A_t$  – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

$E$  – норма дисконта» [2].

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = T - \frac{\text{ЧДД}_T}{\text{ЧДД}_{T+1} - \text{ЧДД}_T} \quad (25)$$

где «Т – год, в котором значение чистого дисконтированного дохода последний раз отрицательное;

ЧДД<sub>Т</sub> – последнее отрицательное значение чистого дисконтированного дохода в период времени Т;

ЧДД<sub>Т+1</sub> – первое положительное значение чистого дисконтированного дохода» [2].

Индекс доходности:

$$ИД = \frac{\sum_{t=0}^T (\mathcal{E}_t + A_t)(1+E)^{T-1}}{\sum_{t=0}^T K_r(1+E)^{T-1}}, \quad (26)$$

где « $\mathcal{E}_t$  – результаты (эффекты, предотвращенный ущерб), достигнутые на t-ом шаге расчета;

$Z_t$  – затраты, осуществляемые на этом шаге, включая капитальные вложения;

$A_t$  – амортизационные отчисления, осуществляемые на этом шаге;

Т – горизонт расчета;

Е – норма дисконта» [2].

Результаты расчет экономической эффективности предлагаемого мероприятия представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Интегральные показатели эффективности мероприятия

Наименование показателей	Значение показателей по годам, руб.				
	1	2	3	4	5
«Капитальные вложения» [10].	201 450	0	0	0	0
«Ежегодные затраты» [10].	-	12500	12500	12500	12500
Амортизация	-	2500	2500	2500	2500
Эффект	248550	248550	248550	248550	248550
ЧЭЭ	47100	236050	236050	236050	236050
ЧДД с нарастающим итогом	37680	190840	190840	190840	190840
Срок окупаемости	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

### Выводы по третьему разделу

В третьем разделе произведено сравнение проводных и беспроводных систем управления эвакуацией при пожаре. Для дальнейшего применения на объекте защиты выбран беспроводной тип СОУЭ, поэтому далее проанализированы несколько видов беспроводных систем: Орфей–Р, Астра и Тромбон.

Поскольку рассматриваемый объект защиты обладает достаточно большой площадью, выбираем беспроводную систему СОУЭ «Астра», так как данный тип позволяет установить до 250 извещателей благодаря системе радиоудлинителя. Подобная беспроводная система отличается упрощенным монтажом, а также обеспечением живучести СОУЭ. Трансляция звуковых сообщений осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей.

Проведенные в третьем разделе результаты анализа экономической эффективности показывают, что предлагаемая беспроводная система СОУЭ «Астра» не только выводит величину индивидуального пожарного риска на более низкое значение, соответствующее нормативному –  $3,64 \cdot 10^{-7}$  1/год, но и является экономически выгодным мероприятием.

## Заключение

В первом разделе исследования для того, чтобы осуществить возможное снижение пожарных рисков в организациях г.о. Самара были проанализированы данные, касающиеся базовых пожарных рисков в Самаре за период с 2011 по 2021 год. Они отличаются наличием следующих значений: значение  $R_1$  колеблется в пределах от 0,8 до 1,22 пожаров, которые приходится на тысячу жителей при максимальном значении в 1,36, зафиксированном в 2021 году; показатель  $R_2$  к 2016 году вырос до 9,8 погибших граждан в ста пожарах, правда, уже к 2021 году было зафиксировано падение численности жертв; показатель  $R_3$  колеблется в пределах от 2,09 до 5,78 погибших на 100 тыс. жителей за год.

Для сравнения в работе также представлена и изучена динамика по базовым пожарным рискам для семи городов мира по итогам 2021 года. В 2021 году в подобных городах на одну тысячу жителей было зафиксировано 1,7 пожаров. При этом в ста пожарах в среднем гибло 2 человека. На 100 тысяч жителей умирало от пожаров 2 человека. Это все указывает на высокие показатели уровня смертности от пожаров людей на территории города Самара.

Была проведена также работа по изучению работы Самарского пожарного спасательного гарнизона. Удалось установить тот факт, что 60,2 процентов вызовов приходится на строения жилой недвижимости. Данный фактор обусловлен низким уровнем в жилом секторе пожарной безопасности. От всех вызовов на средние и малые пожары приходится около 84,2 процентов. На крупные пожары соответственно приходится порядка 15,8 процентов всех случаев, которые предполагают задействование минимум пяти единиц техники.

Информация, касающаяся основных пожарных рисков в Самаре за период с 2011 по 2021 год, содержит в себе ряд следующих значений:

значение  $R_1$  колеблется в пределах от 0,8 до 1,22 пожаров, предельное значение в 1,36 пришлось на 2021 год; параметр  $R_2$  вырос к 2016 году до 9,8 погибших в ста пожарах, правда, уже к 2021 году он начал падать; значение  $R_3$  колеблется в пределах от 2,09 до 5,78 погибших на 100 тыс. жителей за год.

Такие сравнительные данные указывают на высокие показатели смертности от пожаров в городе Самара.

Объект защиты – выставочно-производственный корпус складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон» (ООО «Элкон»), расположенного по адресу: Самарская область, г. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон». Обследование объекта защиты проведено в мае 2022 г. Объект защиты представляет одноэтажное производственно-складское здание с четырехэтажным пристроенным административным корпусом. Здание электрифицировано, отопление осуществляется от модульной котельной, находящейся на территории предприятия.

Выставочно-производственный корпус прямоугольной конфигурации в плане, с размерами 48,0 × 125,0 м (в осях), каркасного типа с шагом колонн 6,0 м × 6,0 м. Здание имеет III степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности С0, класс функциональной пожарной опасности Ф 5.1. Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности В2. Класс зоны согласно ст. 18 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» - П-Па.

В результате проведения обследования в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон» было обнаружено отступление от пожарных нормативных требований – между маршами лестницы в осях В1-Г1/4-6 не предусмотрено расстояние не менее 75 мм

Таким образом получается, что в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон», для людей, находящихся жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта существует опасность превышения значения индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска не должна превышать одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из помещений сооружения точке [38].

В результате проведения расчета установлено, что индивидуальный пожарный риск в выставочно-производственном корпусе складского комплекса, расположенного по адресу: Самарская область, п. Волжский, промышленная площадка территории ООО «Элкон», составляет  $3,64 \cdot 10^{-6}$  год<sup>-1</sup>, а значит превышает значение, установленное статьей 93 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», а именно:  $3,64 \cdot 10^{-6}$ 1/год  $> 1 \cdot 10^{-6}$ 1/год.

Для того, чтобы добиться снижения значения индивидуального пожарного риска до нормативного значения необходимо предпринять меры по разработке мероприятий по снижению пожарных рисков.

В настоящем исследовании мы будем рассматривать применение систем СОУЭ, которые помогают снизить время эвакуации при пожаре, снижая риски работников на объекте. Были рассмотрены проводные и беспроводные типы систем, изучены их преимущества и недостатки и положительные эффекты от применения на конкретном объекте. Итак, наш выбор был сделан в пользу использования беспроводных систем СОУЭ. На сегодняшний день уже существуют специальные беспроводные СОУЭ. Их использование помогает добиться эффекта увеличения общего числа транслируемых сигналов, что дает возможность обеспечивать передачу по одной линии сразу нескольких сообщений. Также это позволяет объединить

несколько автономных систем с возможностью управления ми. Подобная беспроводная система отличается упрощенным монтажом, а также обеспечением живучести СОУЭ. Трансляция звуковых сообщений осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей.

Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность обеспечивают уровень звука во всех местах пребывания людей.

В третьем разделе произведено сравнение проводных и беспроводных систем управления эвакуацией при пожаре. Для дальнейшего применения на объекте защиты выбран беспроводной тип СОУЭ, поэтому далее проанализированы несколько видов беспроводных систем: Орфей–Р, Астра и Тромбон. Поскольку рассматриваемый объект защиты обладает достаточно большой площадью, выбираем беспроводную систему СОУЭ «Астра», так как данный тип позволяет установить до 250 извещателей благодаря системе радиоудлинителя. Подобная беспроводная система отличается упрощенным монтажом, а также обеспечением живучести СОУЭ. Трансляция звуковых сообщений осуществляется с применением различных громкоговорителей и звуковых оповещателей. Проведенные в третьем разделе результаты анализа экономической эффективности показывают, что предлагаемая беспроводная система СОУЭ «Астра» не только выводит величину индивидуального пожарного риска на более низкое значение, соответствующее нормативному –  $4,375 \cdot 10^{-8}$  1/год, но и является экономически выгодным мероприятием.

## Список используемых источников

1. Алымов В. Т. Техногенный риск. Анализ и оценка. М. : Академкнига, 2018. 113 с.
2. Анализ и оценка эффективности предлагаемых мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в организации [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.rosdistant.ru/mod/assign/view.php?id=120311> (дата обращения: 01.11.2022).
3. Балынин И. В. Практическая реализация риск–ориентированного подхода: многообразие методов и принципов // Экономический анализ: теория и практика. 2016. №10. С. 79–92.
4. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. Современные проблемы обеспечения пожарной безопасности в России. М. : Академия МЧС России, 2017. 178 с.
5. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. Математические методы и модели управления в Государственной противопожарной службе: учебник. М. : Академия ГПС МЧС России, 2018. 255 с.
6. Буйко К. В. Организация надзорной деятельности в области производственной безопасности в странах «группы восьми» // Журнал «Безопасность труда в промышленности». №8. 2016. С. 26–31.
7. Вакарёв А. А. Перспективы научных исследований в области управления в чрезвычайных ситуациях // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2018. № 2. С. 59–62.
8. Василенко А. С. Расчет индивидуального пожарного риска на производственном объекте // Точная наука. 2022. № 126. С. 32-34.
9. Водахова В. А., Максимов А. В., Матвеев А. В. Комплексная математическая модель процесса управления силами и средствами гарнизона

пожарной охраны // Проблемы управления рисками в техносфере. 2018. № 2. С. 85–96.

10. Гражданкин А. И. Категорирование опасных производственных объектов по уровню риска и масштабу возможных последствий аварий, в том числе в условиях аномальных внешних (природных и техногенных) воздействий и злоумышленных действий // ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность». 2018. №4. С. 108–112.

11. Захаров И. А. Анализ пожарной обстановки в крупных городах // Системы безопасности. 2019. №2. С. 203–205.

12. Киндеев Т. В. Управление рисками: учебное пособие. Владимир : 2016. 230 с.

13. Крупкин А. А., Максимов А. В., Матвеев А. В. Методика оценки эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны // Вестник Санкт–Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2018. № 4. С. 30–34.

14. Максимов А. В., Матвеев А. В., Попивчак И. И. Перспективные направления информационно–аналитической деятельности в области обеспечения пожарной безопасности // Геополитика и безопасность. 2018. № 2. С. 113–117.

15. Максимов А. В., Матвеев А. В. Ресурсный потенциал и его использование в системе ГПС МЧС России // Вестник Санкт–Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2018. № 1. С. 62–68.

16. Матвеев А. В. Стратегическое планирование сил и средств МЧС России // Национальная безопасность и стратегическое планирование. 2017. № 4. С. 32–42.

17. Матвеев А. В. Математическое моделирование оптимизации структуры комплексных аварийно–спасательных центров МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 4. С. 105–111.

18. Моделирование сложных процессов и систем: сборник трудов секции №12 Международной научно–практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь». М. : ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2019. 126 с.

19. О пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 21.12.1994 № 69–ФЗ (ред. от 14.07.2022). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения: 29.10.2022).

20. О федеральном государственном пожарном надзоре [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 12 апреля 2012 года № 290 (ред. от 28.09.2022). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902341612> (дата обращения: 23.10.2022).

21. О применении риск–ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 № 806 (ред. от 28.09.2022). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_203819/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/) (дата обращения: 01.11.2022).

22. О противопожарной службе Самарской области [Электронный ресурс] : Постановление Правительства Самарской области №15 от 31.01.2008 (ред. от 02.04.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/945018710> (дата обращения: 30.09.2022).

23. Об утверждении Положения о пожарно–спасательных гарнизонах [Электронный ресурс] : Приказ № 467 от 25.10.2017 (ред. от 28.02.2020). URL: <https://docs.cntd.ru/document/542610976> (дата обращения: 24.10.2022).

24. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 (ред. от 02.12.2015). URL: <https://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 05.10.2019).

25. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [Электронный ресурс] : Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 (ред. от 14.12.2010). URL: <https://base.garant.ru/196118/> (дата обращения: 07.10.2020).

26. План тушения пожара выставочно-производственный корпус складского комплекса научно-производственной фирмы «Элкон». ГУ МЧС России по Самарской области. 2022. 80 с.

27. Пожарно–спасательные гарнизоны Самарской области [Электронный ресурс] : МЧС России. Главное управление по Самарской области. URL: <https://63.mchs.gov.ru/glavnoe–upravlenie/sily–i–sredstva/pozharno–spasatelnye–garnizony> (дата обращения: 02.10.2022).

28. Порядок проведения оценки пожарного риска [Электронный ресурс] : Информация от 27.11.2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420289391> (дата обращения: 01.10.2022).

29. Присяжнюк Н. Л., Соловьева Т. Н. Пожарная опасность и пожарный риск. М. : Академия ГПС МЧС России, 2016. 315 с.

30. Рыхтикова Н. А. Анализ и управление рисками организации: учеб. пособие. М. : ФОРУМ: ИНФРА–М, 2017. 240 с.

31. Теребнев В. В., Теребнев, А. В. Управление силами и средствами на пожаре. М. : Академия ГПС МЧС России, 2016. 261 с.

32. Файзуллина А. А. Система внутреннего контроля: риск–ориентированный подход // Молодой ученый. 2017. №14. С. 464–467.

33. Характеристика Самарской области [Электронный ресурс] : МЧС Росси. Главное управление по Самарской области. URL: <https://63.mchs.gov.ru/glavnoe–upravlenie/harakteristika–subekta> (дата обращения: 10.10.2022).

34. Anu M. Introduction to modeling and simulation // State University of New York at Binghamton Department of Systems Science and Industrial Engineering Binghamton, NY, U.S.A. 2017. №4. P. 7–13.

35. Faingloz L. Simulation Modelling Application in Real-time Service Systems // Transport and Telecommunication Institute. 2017. №17. P. 200–205.
36. Hadjisophocleous G. V. Fire assessment methodologies // International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes. 2019. №4. P. 19-24.
37. Halting F. Simulation Modelling // Oxford Bibliographies in Ecology. 2017. №9. P. 35–39.
38. Kelton D. Simulation Modelling & Analysis // Second Edition. 2016. №2. P. 21–29.