

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)

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

Пожарная безопасность
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей

Студент	<u>Н.Ю. Долинин</u> (И.О. Фамилия)	<u>_____</u> (личная подпись)
Руководитель	<u>И.В. Костюшин</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	
Консультант	<u>к.э.н., доцент Т.Ю. Фрезе</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	

Тольятти 2021

Аннотация

60 с., 7 р., 14 рис., 7 табл., 37 источников.

Целью настоящего исследования является анализ пожарных рисков и разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

В работе охарактеризованы особенности функционирования торговых предприятий и складов товарно-материальных ценностей; проанализированы методы и оценки расчета параметров возможных пожаров и рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей; проведен анализ и оценка пожарного риска в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей; разработаны мероприятия по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей; рассмотрены вопросы охраны труда, окружающей среды и экологической безопасности в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей; оценена эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

В бакалаврской работе предлагается к применению имитационная модель КОСМАС – Компьютерная Система Моделирования Аварийных Служб, зарекомендовавшая себя как эффективная не только в нашей стране, но и за рубежом.

Программой модели имитирована последовательность действий со времени получения тревожного вызова с некоего объекта ЧС до возврата сотрудников и техники подразделений на места своих расположений после ликвидации ЧС.

Содержание

Введение.....	4
1 Особенности функционирования торговых предприятий и складов товарно-материальных ценностей.....	6
2 Методы и оценки расчета параметров возможных пожаров и рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.....	12
3 Анализ и оценка пожарного риска в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.....	17
4 Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.....	26
5 Охрана труда.....	42
6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	46
7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.....	48
Заключение.....	54
Список используемой литературы.....	56

Введение

Развитие городских поселений требует решения большого числа задач по удовлетворению потребностей граждан для создания комфортных условий проживания и профессиональной деятельности, но самое важное направление среди них занимает обеспечение безопасности людей. В данной категории объединены жизнестойкость, жизнеспособность любых объектов производства, военных объектов, социальных, здоровья нации.

Практически каждый день в городах происходят различные аварийные ситуации: транспортные происшествия на дорогах, пожары и др. Они несут людям массу переживаний, доставляют негативные последствия. Одной из самых значительных угроз в современном городе и на производстве следует назвать пожарную опасность, которая может принести колоссальные материальные и людские потери.

Актуальность исследования продиктована необходимостью разработки мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

Целью настоящего исследования является анализ пожарных рисков и разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- охарактеризовать особенности функционирования торговых предприятий и складов товарно-материальных ценностей;
- проанализировать методы и оценки расчета параметров возможных пожаров и рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей;
- провести анализ и оценка пожарного риска в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей;

- разработать мероприятия по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей;
- рассмотреть вопросы охраны труда, окружающей среды и экологической безопасности в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей;
- оценить эффективность мероприятий по обеспечению техносферной безопасности в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

Объект исследования - торговые предприятия и склады товарно-материальных ценностей.

Предмет исследования - процесс снижения пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

1 Особенности функционирования торговых предприятий и складов товарно-материальных ценностей

Склад представляет из себя специально оборудованное помещение либо участок, основной функцией которого обеспечить сохранение товарной/сырьевой продукции при необходимых условиях и подготовку для дальнейшей транспортировки. Коммерческая деятельность невозможна без приобретения материалов, сырья, без отгрузки товаров, а значит необходима складская деятельность внутри фирмы, без наличия которой будет происходить удорожание продукции и сократятся доходы фирмы.

Обладание всей полнотой информации о возможностях всех существующих типов складов приведет к верному выбору необходимого типа складского хозяйства.

В зависимости от применяемой планировки существуют такие типы:

- «закрытые – отдельные помещения;
- полузакрытые – помещения с одной, двумя или тремя стенами;
- открытые – склады на открытых специализированных площадях» [13].

К разряду основных выдвигаемых требований к складским помещениям являются условия режимов хранения товаров. Данные режимы хранения зависят от вида продукции. Также складское хозяйство должно задействовать дополнительные услуги по обеспечению сохранности товаров помимо режимов хранения [1].

Деление помещений складов на следующие виды в зависимости от температурного режима:

- «сухие;
- холодильные;
- морозильные;
- неотапливаемые;
- отапливаемые;

– утеплённые» [1].

По виду деятельности склада и его назначению их подразделяют:

- «производственные – на производственных предприятиях;
- розничные – для розничной торговли;
- оптовые – для оптовой торговли;
- транзитно-перевалочные – для краткосрочного хранения;
- таможенные – для передержки товара перед таможенными проверками;
- резервные – хранение товара на случай чрезвычайной ситуации» [1].

В плане складского помещения должны быть зоны для разного предназначения, в зависимости от которых эти зоны оборудуются необходимым оборудованием. Чаще всего используют такие зоны:

- «погрузки-выгрузки. В отдельных случаях может состоять из двух разных частей. Например, выгрузка производится на железнодорожной платформе, отгрузка – на автомобильной рампе с использованием автотранспорта» [5];
- «отделение приемки груза. Здесь проверяют количественные и качественные параметры поступившего товара, распределяют и направляют в основное подразделение» [5];
- «главная зона – хранение продукции. Её оснащают специальным оборудованием, обеспечивающим соответствующие условия содержания товара. Подразделяется на зоны сортировки отпускаемых материалов» [5];
- «отправочная экспедиция. Оформляет и ведет учет отгружаемых изделий» [5].

Складское хозяйство помимо складских помещений включает вспомогательные и оснащается специальным оборудованием. Существует разработанная классификация складских хозяйств [13]. Она включает четыре основные группы (А, В, С, D) и две подгруппы (А+, В+), которыми и определяются перечни условий для помещения склада. Приведем

существующие категории по степени возрастания предъявляемых к исполнению обязательные требования.

К классу «D» относятся помещения с минимальными требованиями к складскому помещению — это подвальные или производственные участки, не имеющие отопительных систем либо это ангарные площади.

«Наличие системы безопасности, охраны и отопления – это дополнительные требования, которые необязательны для соблюдения в помещениях» [33].

В классе «C» находятся производственные площади либо ангарные, обладающие рядом общих признаков:

- «высота потолков от 4 м;
- пол представляет собой «голый» асфальт или бетонную плиту.
- при несоблюдении какой-либо характеристики, склад будет причисляться к предыдущему сегменту» [33].

К классу «B» отнесены складские помещения более высокого ранга, обладающие обязательными условиями с такими характеристиками:

- «грузовые лифты;
- потолки высотой от 6 м;
- исправная система отопления;
- удобный въезд и выезд для автомобилей;
- охранная система;
- телекоммуникационные системы;
- оборудованные дополнительные помещения (санузлы, серверные, душевые и т.д.);
- надежная система пожарной безопасности;
- платформа для погрузки и разгрузки товара» [33].

В классе «B+», который относится к подклассу «B», находятся помещения, отвечающие полному перечню требований класса «B», но должны отвечать следующим дополнительным характеристикам:

- «первый этаж;

- бетонные непылящие полы с высокой степенью нагрузки;
- высота потолков - не менее 8 м;
- режим регулирования температуры;
- высокий уровень вентиляции;
- видеонаблюдение и сигнализация;
- ворота с автоматическим механизмом;
- наличие офиса при складе;
- волоконно-оптическая связь;
- территория с круглосуточной охраной;
- расположение рядом с центральными автомагистралями» [33].

Склады класса «В» и «В+» отличаются от остальных еще и тем, что зачастую являются реконструированными зданиями.

Класс «А». «Данный класс относится к премиум сегменту и характеризуется повышенными требованиями к расположению и техническим составляющим [33]. Класс имеет все те же характеристики, что и предыдущий, при этом отличается от него наличием дополнительных параметров:

- материалы: сэндвич-панели и металлоконструкции;
- прямоугольная форма строения;
- высота потолков – от 10 м;
- парковка для грузовых крупногабаритных автомобилей» [1].

Класс «А+». «Помещения этого рода отличаются новизной постройки и наличием современных инженерных решений, а также обязаны соответствовать всем перечисленным выше параметрам. Отличительными особенностями сегмента являются:

- высота потолков – не менее 13 м;
- возможность установки многоуровневых стеллажей;
- автономная электроподстанция и тепловой узел;
- контроль доступа работников;
- комфортный выезд к крупным магистралям города;

- опытная управляющая компания» [1].

Не проанализировав деятельность компании, можно с уверенностью сказать, что тип склада не наилучшим образом будет выбран. Каждая компания требует индивидуального подхода к подбору необходимых складских условий [1]. К минимальному набору требований относительно складских площадей относятся:

- «размер склада и входных проемов;
- отделка;
- расположение;
- наличие трещин на стенах;
- наличие внутри плесени;
- ставка аренды и дополнительные услуги;
- соответствие заявленному классу» [37].

Хотя в распоряжении бизнеса имеется наиболее полная и точная нормативная база по складским площадям, но далеко не всегда можно быстро установить тип требуемого склада для конкретной фирмы особенно если ранее она не участвовала в логистических действиях. В подобных случаях целесообразно обратиться к профессионалам, поскольку без их услуг сложно правильно подобрать нужные типы складов и не допустить убытков от неверного выбора.

Рассмотрим основные параметры управления складским хозяйством. Все происходящие процессы в логистической деятельности имеют взаимную связь и выстроены в определенной последовательности. При отсутствии такой синхронизации возникают проблемы различного характера, приводящие к неэффективной работе склада и даже к хаосу. Деятельность по управлению складом и самой логистики должна быть основана на таких принципах:

- определение совокупности необходимой площади, поскольку при ее недостаточности возникает необходимость постоянного перемещений товарных ценностей, что приведет к увеличению

транспортных расходов, а наличие избыточных площадей – дополнительные расходы по содержанию. Окончательно принять решение о необходимых размерах складских площадей следует при всестороннем изучении этой проблемы и не лишним будет опыт профессиональных сотрудников в сфере логистики;

- определение способа владения складскими помещениями – способ аренды или собственность. Следует внимательно проанализировать что выгоднее - долгосрочная аренда или нахождение склада в собственности;
- местоположение складов. От того, где располагается склад зависят транспортные расходы, а значит и размер прибыли. Правильно рассчитанное местоположение склада имеет обеспечивает удобство и быстроту перемещения товаров, имеет взаимозаменяемые пути для транспортировки.

Любой склад не зависимо от его пропускной способности – это сложная система, требующая налаживания его деятельности и синхронизации всех процессов. На эффективность работы склада влияет любая мелочь, это и тара для содержания продукции, и способ складирования и многое другое. Рациональность размещения грузов по территории склада – один из главных параметров результативности работы складов.

2 Методы и оценки расчета параметров возможных пожаров и рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей

«Определяем время свободного развития пожара τ_{CB} до прибытия первого пожарного подразделения» [28] по формуле:

$$T_{CB} = T_{\Delta c} + T_{\Delta б} + T_{\Delta сл} + T_{\Delta бр} \quad (1)$$

где $\tau_{\Delta c}$ - «промежуток времени от начала возникновения пожара до сообщения о нем в пожарную охрану, мин» [28];

$\tau_{\Delta б}$ - «время сбора л/с боевых расчетов по тревоге, мин (принимается равным 1 мин)» [24];

$\tau_{\Delta сл}$ - «время следования подразделений на пожар, мин» [28];

$\tau_{\Delta бр}$ - «время боевого развертывания пожарных подразделений, мин. (принимаем 3 минуты)» [28].

$$T_{CB} = 1 + 1 + 1 + 3 = 6 \text{ мин}$$

$$T_{\Delta сл} = \frac{60 \times L}{V_{\Delta сл}}, \quad (2)$$

где «L – путь от ПЧ до места пожара, км» [28];

$V_{\Delta сл}$ – скорость движения пожарного автомобиля по твердом покрытию, равная 45 км/ч.

$$T_{\Delta сл} = \frac{60 \times 0,6}{45} = 1 \text{ мин}$$

«Расчёт пути, пройденного огнём» [24]:

$$R = 0.5V_{\Delta сл} \cdot T_{CB}, \quad (3)$$

где R – «радиус развития пожара» [28];

$V_{\text{л}}$ – «линейная скорость распространения горения, 1 м/мин» [28].

$$R = 0.5 \cdot 1 \cdot 6 = 3,$$

«Определение площади пожара» [28]:

$$S_{\text{п}} = \pi \cdot R^2, \quad (4)$$

где R – «радиус развития пожара» [24].

$$S_{\text{п}} = 3,14 \cdot 3^2 = 28,26 \text{ м}^2,$$

«Определение площади тушения пожара» [28]:

При условии развития пожара по круговой форме, при $R \leq h$, принимаем $S_{\text{п}} = S_{\text{т}}$.

«Определение требуемого расхода воды для локализации при тушении по фронту» [28]:

$$Q_{\text{тр}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}}, \quad (5)$$

где $S_{\text{т}}$ – «площадь тушения пожара» [28];

$I_{\text{тр}}$ – «интенсивность подачи воды для тушение пожара» [28], л/м²с.

$$Q_{\text{тр}} = 28,26 \cdot 0,1 = 2,38 \text{ л/с},$$

«Определение требуемого количества стволов для локализации и тушения пожара» [28]:

$$N_{\text{ст}}^{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{т}}}{q_{\text{ст}}}, \quad (6)$$

где $Q_{\text{тр}}^{\text{т}}$ – «требуемый расход огнетушащих веществ на тушение, л/с»

[28];

$q_{\text{ст}}$ – «расход ствола» [28], л/с.

$$N_{\text{ст}}^{\text{T}} = \frac{2,38}{3,7} = 0,64 \approx 1 \text{ ствол «РСК-50»},$$

«Определение общего фактического расхода воды на ликвидацию горения и защиту» [28]:

$$Q_{\text{ф}} = (N_{\text{ст}}^3 \cdot q_{\text{ст}}) + (N_{\text{ст}}^{\text{T}} \cdot q_{\text{ст}}), \quad (7)$$

где $q_{\text{ст}}$ – «расход ствола» [28], л/с;

$N_{\text{ст}}^3$ – количество стволов на защиту, шт.;

$N_{\text{ст}}^{\text{T}}$ – количество стволов на тушение, шт.

$$Q_{\text{ф}} = (1 \cdot 3,7) + (3 \cdot 3,7) = 14,8 \text{ л/с},$$

«Проверим обеспеченность объекта водой для целей пожаротушения» [28]. «Водоотдача наружного противопожарного водопровода» [28] К-150 по справочным данным, при напоре 40 м в.ст., составит 95 л/с ($Q_{\text{вод}}$), «фактический расход на тушение и защиту, л/с» [28], составляет 14,8 л/с ($Q_{\text{ф}}$). При этом $Q_{\text{ф}} < Q_{\text{вод}}$ «Таким образом: объект водой обеспечен полностью при напоре 40 метров» [28].

«Определение требуемого количества пожарных автомобилей» [28]:

$$N_{\text{па}} = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{н}}} \cdot 0,8, \quad (8)$$

где $Q_{\text{ф}}$ – «фактический расход на тушение и защиту, л/с» [28];

$Q_{\text{н}}$ – «производительность насоса» [28], л/с;

0,8 – «коэффициент, учитывающий износ насоса» [28].

$$N_{\text{па}} = \frac{14,8}{40} \cdot 0,8 = 0,3 \approx 1, \text{ АЦ},$$

«Определим предельной длины прокладки магистральных линий» [28]:

$$L_{\text{пр}} = \frac{H_{\text{н}} - (H_{\text{р}} \pm Z_{\text{м}} \pm Z_{\text{ств}})}{S \cdot Q^2} \cdot 20 \quad (9)$$

«где $L_{\text{пр}}$ – предельное расстояние подачи огнетушащих веществ, м;

$H_{\text{н}}$ – напор на насосе, м;

$H_{\text{р}}$ – потери напора на разветвлении, м ($H_{\text{р}} = H_{\text{ств}} + 10$);

$Z_{\text{м}}$ – высота подъема местности, м;

$Z_{\text{ств}}$ – наибольшая высота подъема стволов, м;

20 – длина рукава, м;

S – сопротивление одного прорезиненного рукава диаметром 77 мм;

Q – расход по одной максимально загруженной магистральной рукавной линии» [28].

$$L_{\text{пр}} = \frac{100 - (50 \pm 0 \pm 0)}{0,015 \cdot 14,8^2} \cdot 20 = 304,8 \text{ м},$$

Учитывая, что ПГ расположены на расстоянии до 20 м от объекта, их использование возможно. «Определим необходимое количество личного состава» [28]:

$$N_{\text{л/с}} = (N_{\text{ГДЗС}} \cdot 3) + N_{\text{р}} + N_{\text{пб}} + N_{\text{св}}, \quad (10)$$

где $N_{\text{ГДЗС}}$ – «количество людей, задействованных в звеньях ГДЗС на тушении и защите» [28];

$N_{\text{р}}$ – «количество личного состава на разветвлениях» [28];

$N_{\text{пб}}$ – «количество личного состава на постах безопасности» [28];

$N_{\text{св}}$ – «количество связных» [28].

$$N_{л/с} = (4 \cdot 3) + 2 + 4 + 5 = 23 \text{ человека,}$$

«Определим количество отделений основного назначения» [28]:

$$N_{отд} = \frac{N_{л/с}}{4}, \quad (11)$$

$$N_{отд} = \frac{23}{4} = 5,7 = 6 \text{ отделений.}$$

Таким образом, для ликвидации возгорания необходимо 6 пожарных отделений.

Таким образом, во втором разделе изучены методы и оценки расчета параметров возможных пожаров и рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

3 Анализ и оценка пожарного риска в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей

Развитие городских поселений требует решения большого числа задач по удовлетворению потребностей граждан для создания комфортных условий проживания и профессиональной деятельности, но самое важное направление среди них занимает обеспечение безопасности людей. В данной категории объединены жизнестойкость, жизнеспособность любых объектов производства, военных объектов, социальных, здоровья нации.

Практически каждый день в городах происходят различные аварийные ситуации: транспортные происшествия на дорогах, пожары и др. Они несут людям массу переживаний, доставляют негативные последствия. Одной из самых значительных угроз в современном городе и на производстве следует назвать пожарную опасность, которая может принести колоссальные материальные и людские потери.

«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» [4].

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

Достаточно часто опасность может быть лишь потенциальной, её реальное наступление в полном объеме возможно при стечении ряда параметров [10]. В современном мире в последние годы наука стала уделять много внимания развитию теории риска, на базе которой оцениваются и анализируются сложные технические, экономические, экологические системы на предмет их безопасности, прогнозируются вероятные риски не только техногенных ЧС, но и природных. Ранее (вплоть до середины 20–го

века) оценка рисков проводилась лишь в сфере экономики в таких областях как страхование, инвестиции, международные валютные сделки и др.

Профессиональный риск в конкретной сфере экономики определяется показателем, состоящим из годового объема денежных средств, идущих на выплаты по возмещению нанесенного вреда здоровью (в случаях получения травм, профзаболеваний, наступления смерти) сотрудников, исполняющих трудовые или служебные обязательства [3].

«Определение расчетных величин пожарного риска проводится по методикам, утверждаемым Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» [15].

Каждая отрасль профессиональной деятельности может иметь свой набор терминов, определений и свои собственные классификации рисков. Так, «пожарный риск – количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности и ее последствий для людей и материальных ценностей» [29].

«Федеральный государственный пожарный надзор осуществляется органами государственного пожарного надзора с применением риск–ориентированного подхода» [17]. «Для отдельного вида государственного контроля (надзора) применяются категории риска либо классы опасности» [16]. Для расчета риска применяется специальная методика, которая «устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках» [18]. Для производственных объектов существует отдельная методика, которая «устанавливает порядок расчета величин пожарного риска на производственных объектах» [18]. «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» [2].

«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» [2].

В качестве социального пожарного риска (гибель группы людей от пожара) следует понимать количественную характеристику вероятного наступления смерти нескольких людей (10 и более) в следствие оказания на них совокупности опасных факторов при пожаре [8].

Чтобы иметь более полную информацию обстановки с точки зрения возникновения пожаров в г.о. Самара, в данной работе была применена теория интегральных пожарных рисков, среди которых имеются следующие основные пожарные риски:

- «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 [9].

Имитационное моделирование – это «процесс создания и анализа цифрового прототипа физической модели для прогнозирования ее производительности в реальном мире» [31].

Для представления информации в полном объеме по вопросу каков уровень пожарной опасности в масштабах области, необходимо знать

пожарную обстановку в городах, точнее в г.о. Самара, для чего в этой работе используются расчеты по текущим пожарным рискам за годовой период (2020 г.). За рассматриваемый период в г.о. Самара проживало 1 млн.156 тыс. граждан, было зарегистрировано 1182 пожара, в которых погибли 27 граждан.

Следовательно, расчеты пожарных рисков выглядят следующим образом:

Риск R_1 для жителя г.о. Самара столкнуться с пожаром рассчитывается по формуле [12]:

$$R_1^{2020} = \left[\frac{N_{\text{пож}}}{N_{\text{числ}}} \right] \quad (12)$$

где $N_{\text{пож}}$ – число пожаров;

$N_{\text{числ}}$ – численность населения.

Итак, риск R_1 для жителя г.о. Самара столкнуться с пожаром равен:

$$R_1^{2020} = \left[\frac{1182}{1156659} \right] = 1,36 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$$

Риск R_2 погибнуть при пожаре рассчитывается по формуле:

$$R_2^{2020} = \left[\frac{N_{\text{ж}}}{N_{\text{пож}}} \right] \quad (13)$$

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

$N_{\text{пож}}$ – число пожаров.

Итак, риск R_2 погибнуть при пожаре равен:

$$R_2^{2020} = \left[\frac{27}{1182} \right] = 2,1 \cdot 10^{-2} \left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$$

Риск R_3 для человека погибнуть от пожара за единицу времени рассчитывается по формуле:

$$R_3^{2020} = \left[\frac{N_{ж}}{N_{числ}} \right] \quad (14)$$

где $N_{ж}$ – число жертв на пожаре;

$N_{числ}$ – численность населения.

Итак, риск R_3 для человека погибнуть от пожара за единицу времени равен:

$$R_3^{2020} = \left[\frac{27}{1156659} \right] = 2,63 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\text{жертва}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$$

На основании фактических данных за год имеем: 1,02 пожаров, пришедшихся на каждую тысячу жителей; на каждые 100 пожаров – 2,28 граждан погибали; на каждые 100000 жителей 2,33 человека погибли.

В масштабах Самарской области вышеприведенные расчеты дают возможность получить сравнительные результаты за тот же период времени при использовании средних значений основных пожарных рисков. В 2019 году население области насчитывало 3179532 жителей, было зарегистрировано 4962 пожар, в которых погиб 91 гражданин.

Для Самарской области все виды рисков рассчитываем по тем же формулам, что и для г.о. Самара.

Таким образом, – риск R_1 для жителя Самарской области столкнуться с пожаром равен:

$$R_1^{2020} = \left[\frac{4962}{3179532} \right] = 1,26 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{пожар}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$$

Риск R_2 погибнуть при пожаре равен:

$$R_2^{2020} = \left[\frac{91}{4962} \right] = 2 \cdot 10^{-2} \left[\frac{\text{жертва}}{\text{пожар}} \right]$$

Риск R_3 для человека погибнуть от пожара составил%

$$R_3^{2020} = \left[\frac{91}{3179532} \right] = 2,56 \cdot 10^{-5} \left[\frac{\text{жертва}}{\text{чел.} \cdot \text{год}} \right]$$

Полученные результаты показывают: в столице области величины R_1 и R_3 больше среднего областного значения, а величина R_2 приблизительно имеет такое же значение что и по области.

Таблица 1 содержит значения по расчетам пожарных рисков областной столицы г. Самара за период с 2010 года по 2020 год включительно.

Таблица 1 – Пожарные риски в г.о. Самара за 2010–2020 гг.

Пожарные риски	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
$R_1 \cdot 10^3$	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

Данные по основным пожарным рискам в г. Самара за период с 2010 г. по 2020 год включительно имеют следующие значения: величина R_1 изменяется от значения 0,8 до 1,22 пожаров, приходящихся на тысячу жителей, максимальное значение 1,36 приходится на 2020 год; значение риска R_2 возросло к 2015 году до значения 9,8 погибших в ста пожарах, но к 2020 году наметилось снижение числа жертв; значение риска R_3 меняется незначительно в пределах от 2,09 до 5,78 погибших на 100 тыс. жителей за годовой период.

Динамика риска R_1 показана на рисунке 1.

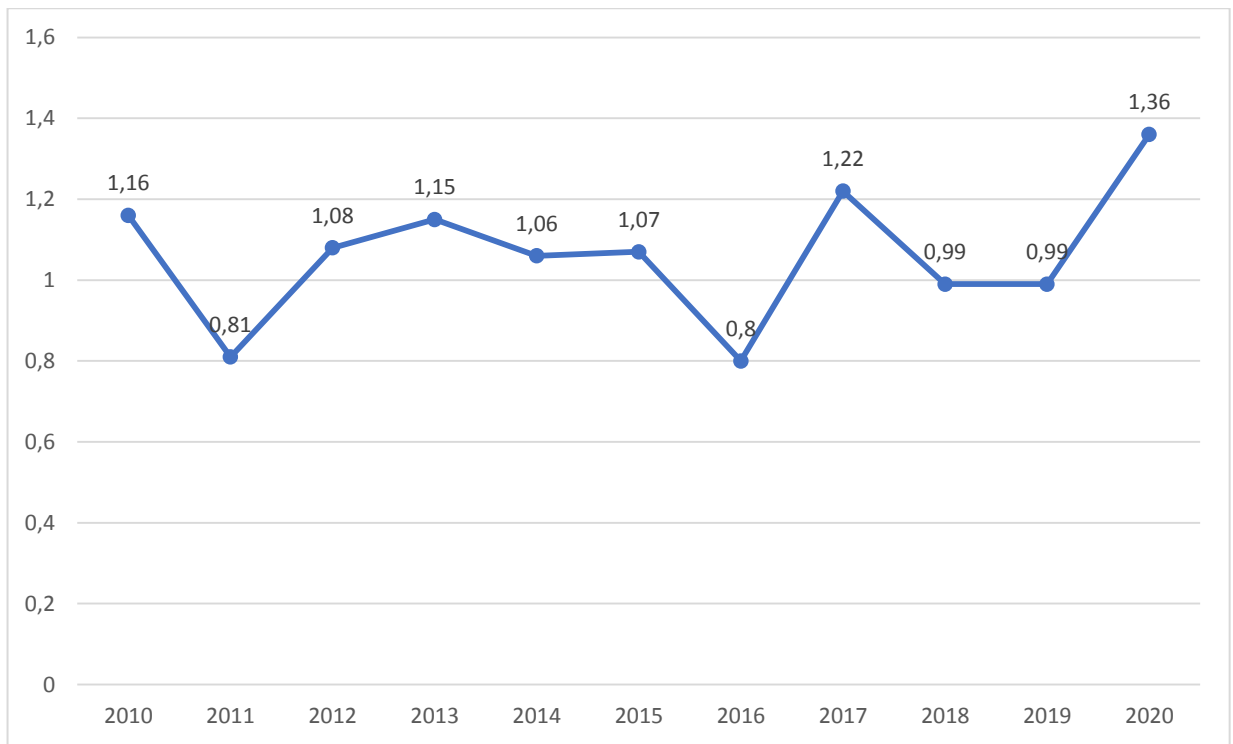


Рисунок 1 – Динамика риска R_1

Динамика риска R_2 показана на рисунке 2.

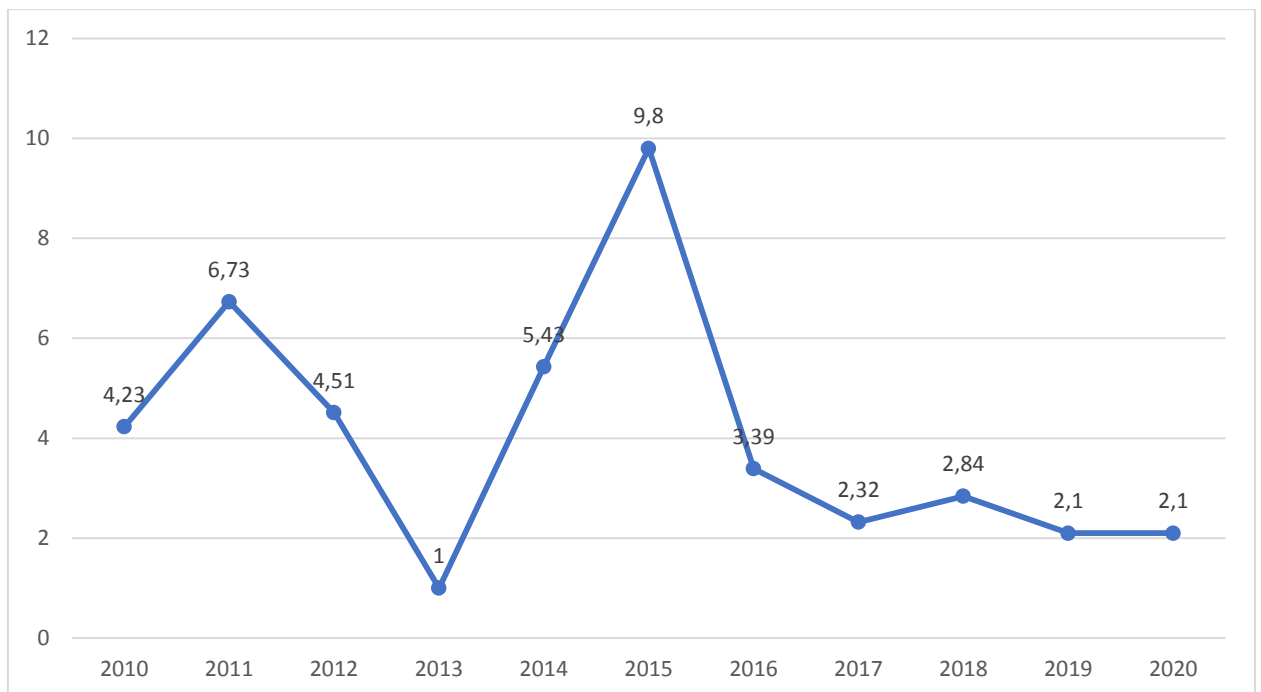


Рисунок 2 – Динамика риска R_2

Динамика риска R_3 показана на рисунке 3.

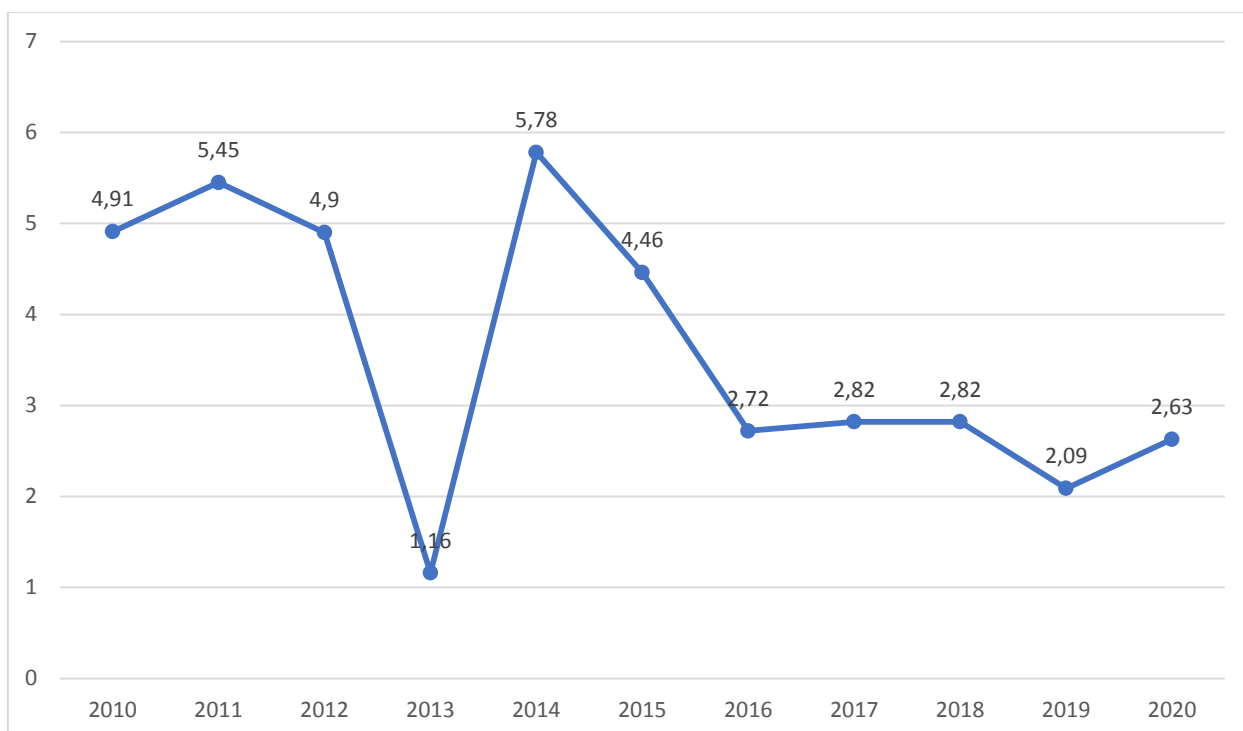


Рисунок 3 – Динамика риска R_3

Для наглядности в данной работе приведем и исследуем динамику по основным пожарным рискам в семи городах мира за 2020 год (таблица 2). «Согласно данным Центра пожарной статистики СТИФ, на 1 тыс. жителей городов мира в среднем приходится 1,4 пожара» [35].

Таблица 2 – Основные пожарные риски в городах мира в 2020 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

Просмотрев данные из таблицы 2, отмечаем, что за 2020 год в выбранных городах на каждую тысячу жителей регистрировалось 1,7 пожара, в каждой сотне пожаров насчитывалось 1,4 жертв со смертельным исходом, на каждые 100000 жителей пришлось 1,7 человек погибших. Сравнивая данные, следует отметить высокий уровень гибели граждан на пожарах, произошедших в г. 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» [7].

Таким образом, в третьем разделе проведен анализ и оценка пожарного риска в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

4 Разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей

Современные цифровые информационные технологии становятся неотъемлемой частью модернизации оперативной работы поисково-спасательных групп (ПСГ), работы структуры управления. Для достижения поставленных целей, опирающихся на принципы организации ПСГ в местах городских и сельских поселений, требуются современные и перспективные средства, позволяющие провести анализ оперативной работы ПСГ, оценить эффективность этой работы.

Информационные технологии предлагают возможности провести данное исследование через имитационное моделирование, позволяющее имитировать любые ситуации с любой степенью детализации требуемых операций. Такой способ исследования может опираться на значительное число входных характеристик (параметры), которые определяют условия поселения, ПСГ, описывают процесс деятельности ПСГ и обеспечивает рассмотрение множества комбинационных вариантов.

По итогам анализа известных технических решений, были выделены следующие патенты в области имитационного моделирования:

Патент 189083. Имитационная система средств пожарной сигнализации, которая позволяет расширить функциональные возможности предыдущих моделей [25].

Патент 2207631. Имитационная система охранно-пожарной сигнализации, которая «обеспечивает возможность работы с каналобразующей аппаратурой любых современных электронных цифровых АТС, соединенных между собой волоконно-оптическими каналами связи, расширение зоны охраны объектов каждым пультом централизованного наблюдения (ПЦН) в зоне действия АТС, а также обеспечение возможности организации любой структуры глобальной сети связи в комплекте

аппаратуры АТС системы охранно– пожарной сигнализации между локальными сетями связи» [26].

Патент 2419148. Имитационная система распознавания пожаров на поверхности земли, которая позволяет «повысить достоверность распознавания пожаров [27].

Для обеспечения таких исследований Академией ГПС МЧС России создана имитационная модель КОСМАС – Компьютерная Система Моделирования Аварийных Служб, зарекомендовавшая себя как эффективная не только в нашей стране, но и за рубежом.

КИС (компьютерная имитационная система) – это имитационная модель для сложных процессов, состоящая из ряда простых моделей, описывающих определенный самостоятельный участок процесса.

Компьютерную систему моделирования аварийных служб (КОСМАС) следует рассматривать в качестве программного продукта представляющего алгоритм совокупности всевозможных деталей деятельности ПСГ. Данная моделирующая система представляет территорию поселения как дорожную сеть с пространством, где дислоцируются определенные объекты (ПСП, больницы, депо с техникой и пр.).

Воссоздавая (имитируя) набор любых условий в деятельности ПСГ, пользователь получает самые подходящие и экономически выгодные организационные структуры ПСГ.

На рисунках 4–7 представлены некоторые фрагменты работы системы, в частности на рисунках 4 и 5 отображены несколько фрагментов работы системы, адаптированной к условиям г.о. Самары. На рисунке 6 представлен пример выгрузки из программы зоны покрытия города при существующем варианте дислокации пожарных депо г.о. Самары. На рисунке 7 показан участок имитации прибытия оперативных подразделений г.о. на подконтрольный объект.

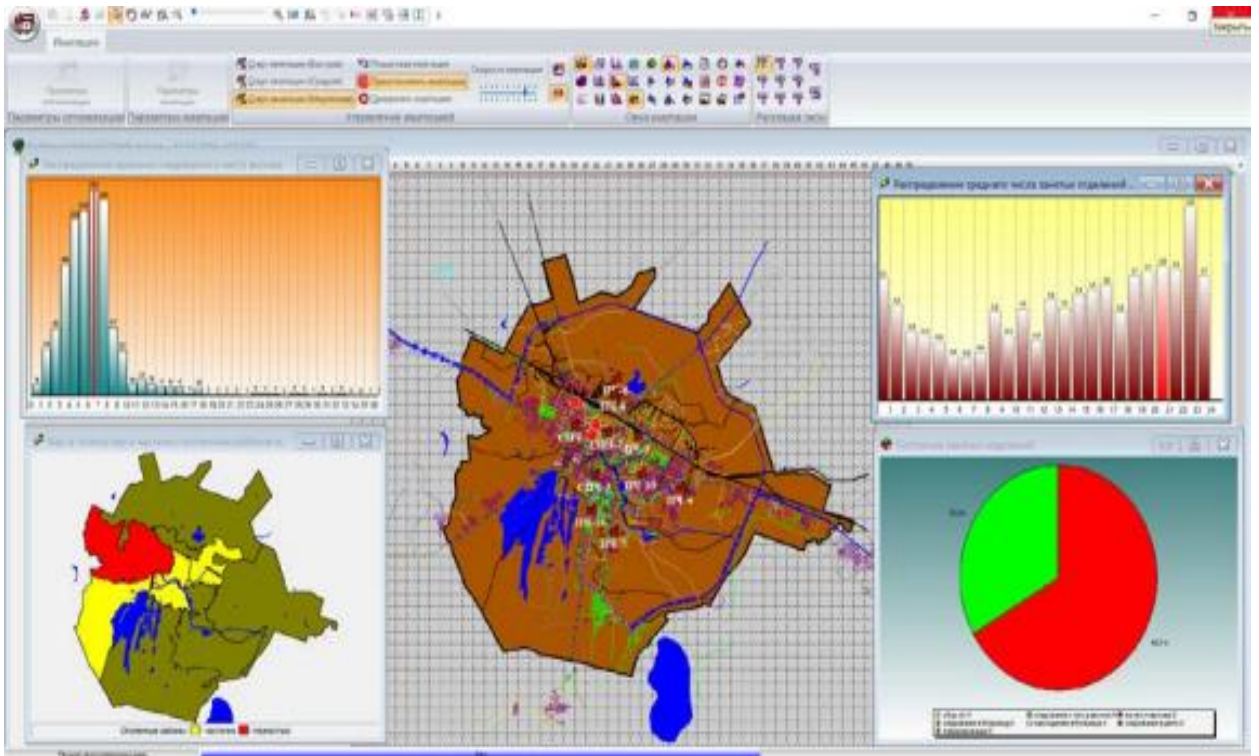


Рисунок 4 – Фрагмент работы КИС, адаптированной к условиям ПСГ города Самары

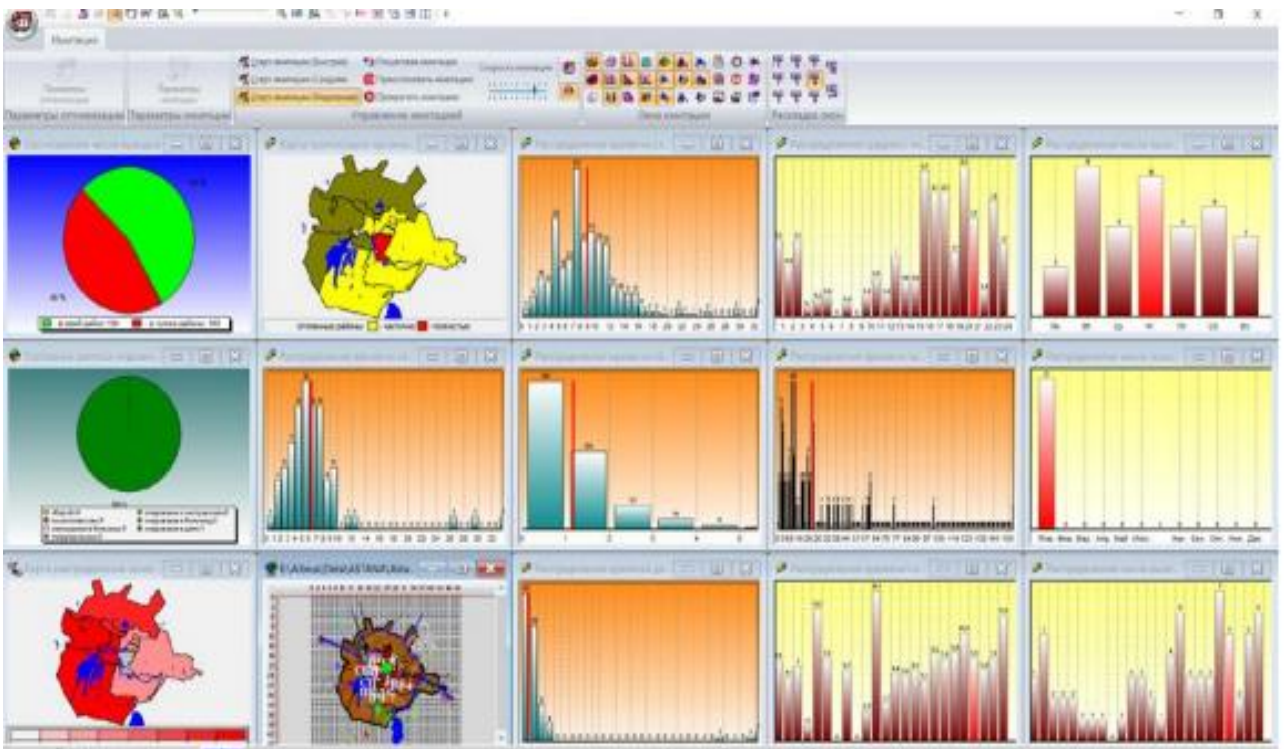


Рисунок 5 – Фрагмент работы КИС, адаптированной к условиям ПСГ города Самары

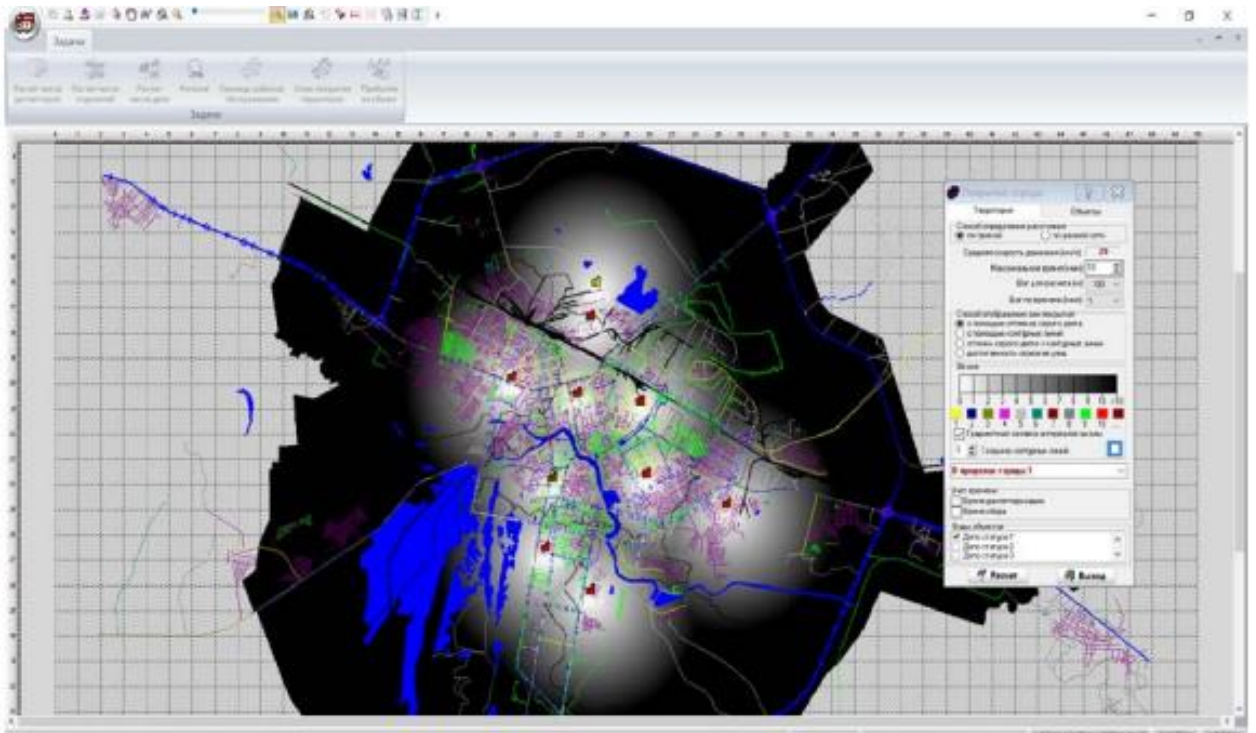


Рисунок 6 – Фрагмент зоны покрытия города при существующем варианте дислокации пожарных депо

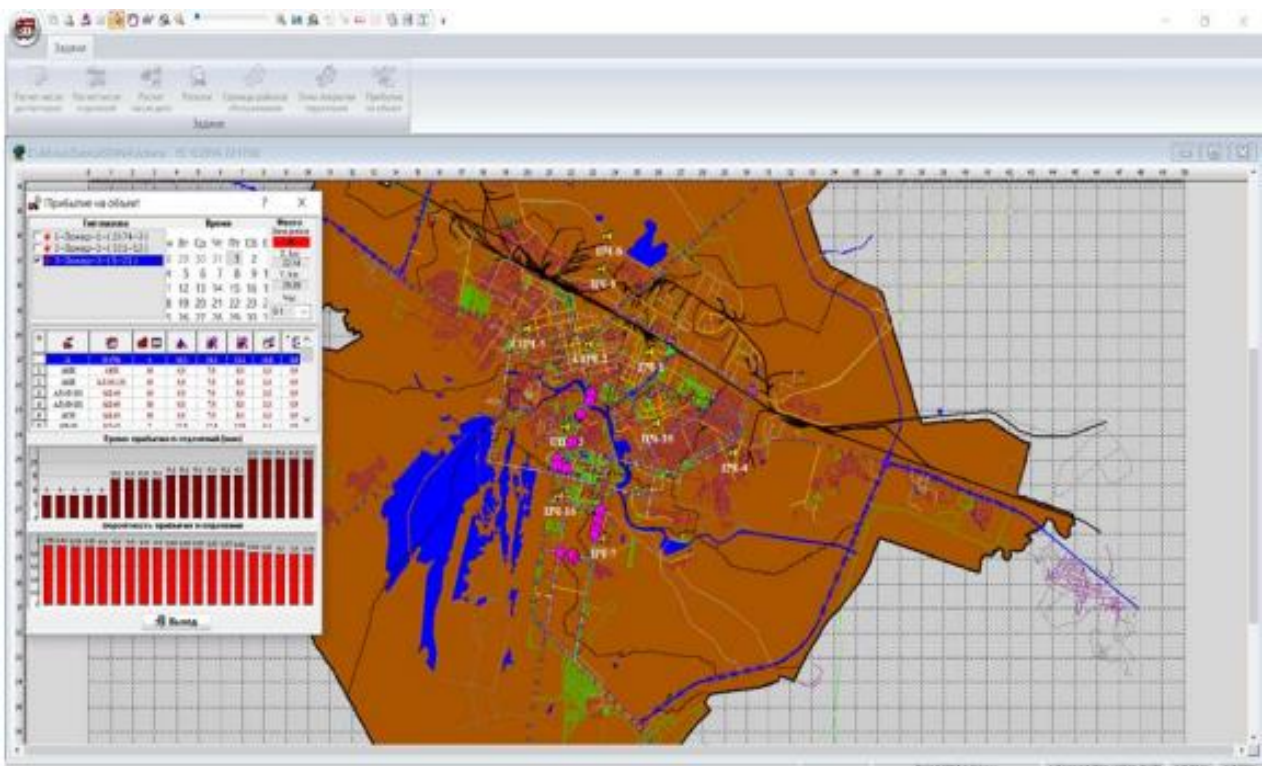


Рисунок 7 – Фрагмент имитации прибытия оперативных подразделений на объект

КИС КОСМАС может использоваться в проведении экспертных исследования оперативных действий, в общем исследовании, при исследовании перспективного развития ПГС, что обеспечивается тремя этапами применения.

На первом этапе проходит адаптация системы: осуществляются настройки имитационной модели под условия конкретной территории, ПСГ, для чего проводят полный набор необходимых параметров, проводят обработку информации, вводят данные в имитационную систему.

На втором этапе анализируется работа КИС: с помощью ряда проведенных имитационных ситуаций (прогоны) на компьютере проверяется соответствие полученных результатов реальным обстановкам через сравнение параметров от деятельности виртуальной системы с деятельностью реальной системы, после чего при необходимости корректируются данные. В основном для установления адекватности работы имитационной модели этого этапа необходимо провести для проверки несколько прогонов с разными данными на протяжении одного года на основных статистических распределениях:

- «распределение плотности потока вызовов во времени (по месяцам года, дням недели, часам суток);
- распределение плотности потока вызовов по территориальным единицам исследуемой территории;
- распределение плотности потока вызовов по «типам вызовов» (число вызываемой техники по вызовам);
- по распределению временных характеристик обслуживания вызовов (время диспетчеризации, сбора и выезда, следования к месту вызова, работы на месте вызова и др.)» [34].

Можно сказать, что адекватность модели приближена к погрешности модели, т.е. модель практически соответствует реальности при незначительных значениях погрешности.

На третьем этапе проводится само исследование как череда многих имитационных экспериментов, целью которых является анализ и оценка ПСГ в самых разных условиях деятельности.

В процессе проведения ряда экспериментов вносят изменения в регулируемые параметры системы (это почти все входные данные), тем самым изучается степень влияния изменений на работу ПГС.

Вначале проверяют работу модели на действительно существующих ряда условий работы ПГС, после того вносят изменения в нужный параметр и проводят несколько экспериментов для сравнения результатов, далее проводят оценку изменений параметров работы системы.

С помощью имитационной модели исследуются воздействия каких-либо принятых управляющих действий на все параметры работы системы. По окончании экспериментов можно проводить анализ работы ПГС на основе полученных выходных параметров.

КИС КОСМАС в целях исследований своевременности прибытия ПСГ к месту, на котором может возникнуть крупный пожар или аварийная чрезвычайная ситуация в пределах городского поселения подверглась модернизации, затем адаптировалась под условия г. Самара.

Следует предусмотреть в имитационной модели регулярно появляющиеся перемены на городской территории (новые объекты, улицы, транспортные развязки и пр.), а также изменения в ПСГ (новые пожарные депо, количества оперативных служб и их разновидности, число сотрудников), изменения в условиях работы (количество вызовов, интенсивность вызовов и др.). Именно наличие таких предъявляемых условий требует постоянного внесения обновлений входных параметров системы.

Обеспечить работоспособность системы и ее эффективность позволило введение ряда входных параметров, разделенных по блокам:

«Топографические параметры города – данный блок содержит актуализированную и обработанную соответствующими программными

средствами обновлённую электронную карту города, которая содержит следующие векторные примитивы» [11]:

- «контур исследуемой территории – 1 полигон;
- дорожная сеть – 32 666 отрезков, общей протяженностью 2 521 км;
- реки и водоемы – 80 полигонов;
- железнодорожные пути – 223 отрезков;
- районы города – 3 полигона;
- здания и сооружения – 16 248 полигонов;
- места дислокации подразделений ПСГ – 10 точек» [11].

«Параметры ПСГ – исходными данными в этом блоке является» [11]:

- «10 пожарных депо;
- число и типы оперативных отделений, их параметры;
- распределение оперативных отделений по пожарным депо;
- численность личного состава;
- расписание режимов работы» [11].

«Статистические параметры деятельности оперативных подразделений ПСГ – данный блок включает в себя» [11]:

- «распределение плотности потока вызовов подразделений во времени (по месяцам, дням недели и часам суток);
- распределение плотности потока вызовов в пространстве (по территориальным единицам);
- структура вызовов;
- частота использования различных типов и численности оперативных отделений на вызовах» [11].

В процессе адаптации КИС для современных условий города и его ПСГ вся необходимая исходная информация была введена в КИС, произведена настройка системы и проведена проверка адекватности результатов моделирования, полученных на системе КОСМАС, реальным данным оперативной деятельности ПСГ Самары.

«Обязательным требованием, предъявляемым к любой математической модели какого-либо процесса, является ее адекватность действительности, т. е. достаточно точное для практического использования этой модели описание реального процесса» [11].

В данном случае проверка производилась на основании результатов серии «прогонов» модели на отрезке времени, равным одному году по основным статистическим распределениям: «распределение вызовов во времени (по месяцам года, дням недели, часам суток), по территории города, по типам вызовов (числу вызываемой техники по вызовам), по времени следования к месту вызова и времени обслуживания вызовов» [Матвеев].

«При сравнении реальных распределений с распределениями, полученными в результате моделирования, было установлено, что расхождения составляют: по месяцам года от 1–16 %, по дням недели не более от 0–8 %, по часам суток от 2–51 %» [11].

На рисунке 8 рассмотрено распределение числа вызовов по месяцам.

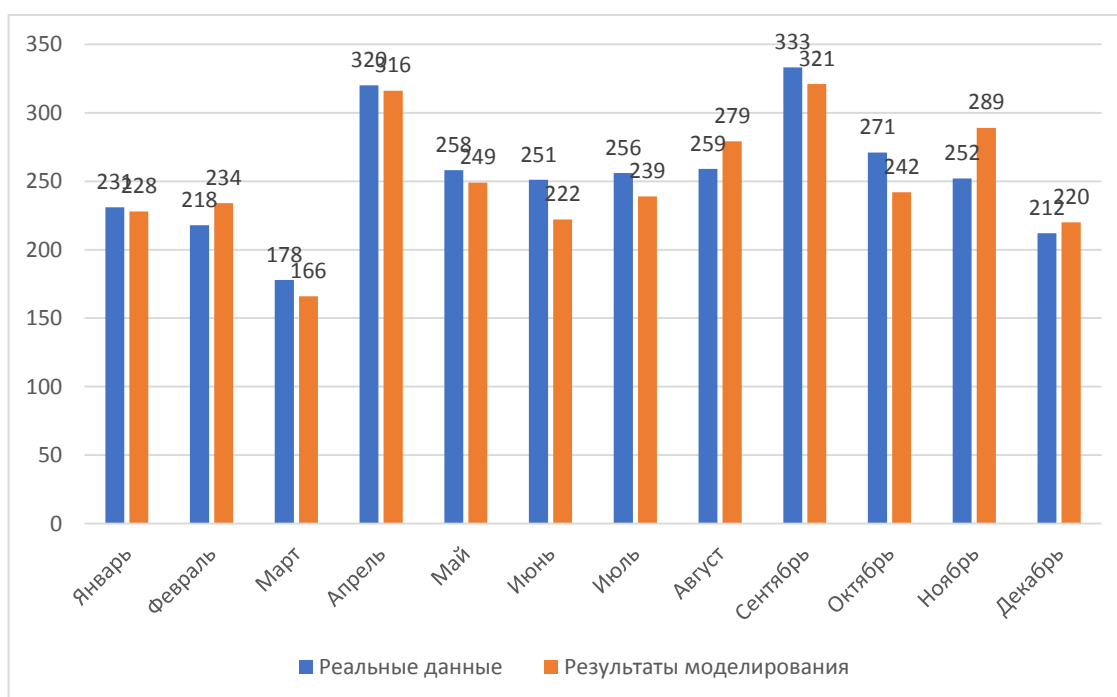


Рисунок 8 – Распределение реальных данных с результатами моделирования вызовов по месяцам

Распределение числа вызовов по дням недели отражено на рисунке 9.

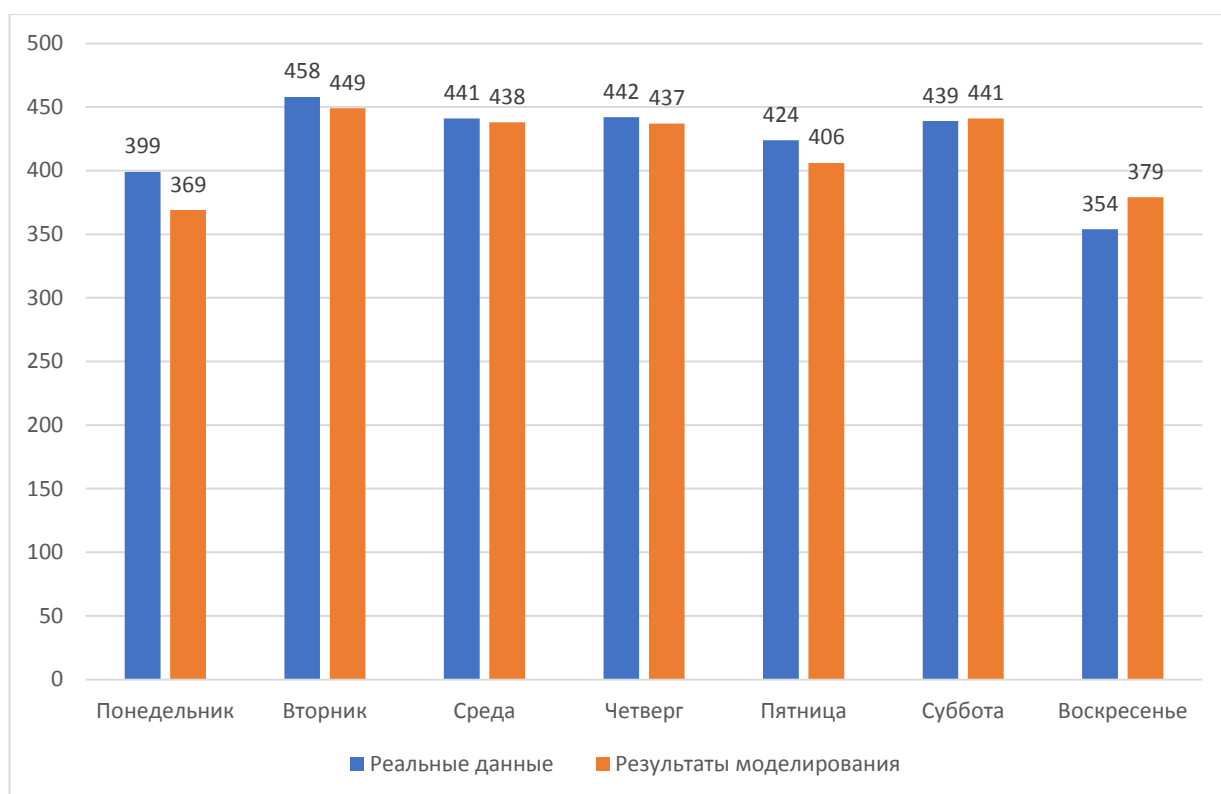


Рисунок 9 – Распределение реальных данных с результатами моделирования вызовов по дням недели

Наибольшие доли числа вызовов по часам суток происходят в период с 0 до 4 часов утра. Далее повышение числа вызовов начинается с 16 до 24 часов. Таким образом, время, когда в домах находится наибольшее количество населения уровень пожарной угрозы возрастает, что объясняется повышенным использованием электрических приборов (в том числе и отопительных), газовых колонок и так далее.

Распределение числа вызовов по часам суток представлено на рисунке 10.

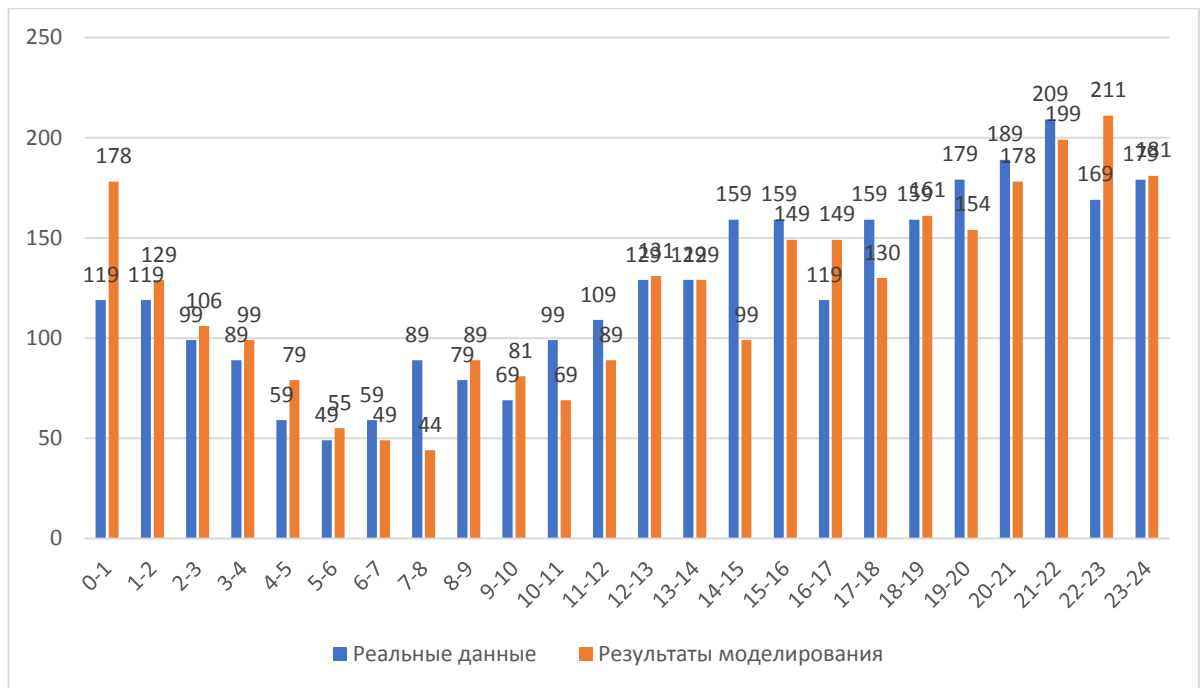


Рисунок 10 – Распределение реальных данных с результатами моделирования числа вызовов по часам суток

«Следующим параметром сравнения явилось распределение числа вызовов по территории города» [11]. Результаты моделирования представлены на рисунке 11.

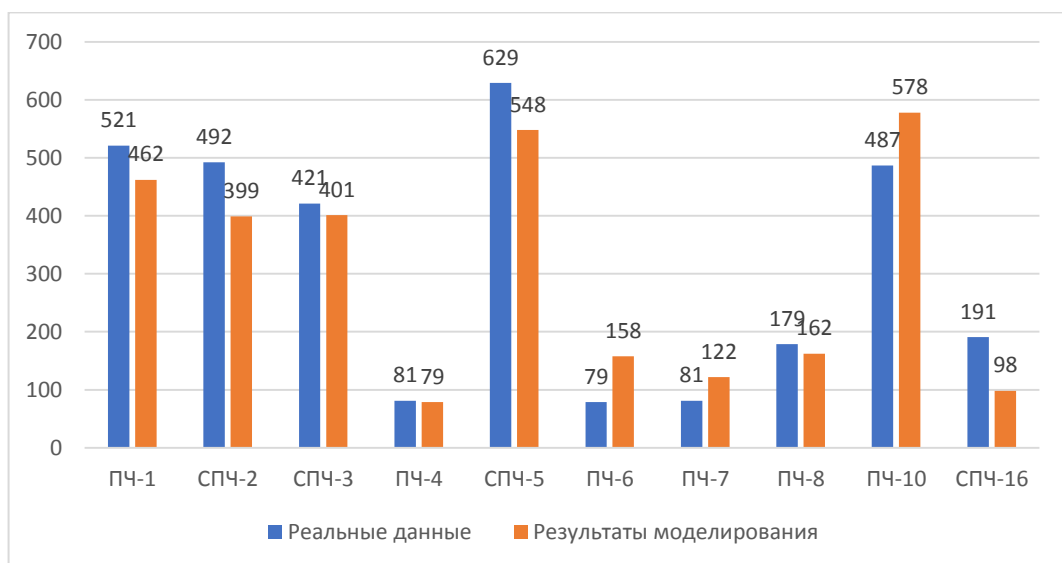


Рисунок 11 – Распределение реальных данных с результатами моделирования вызовов по районам обслуживания

Рассматривая представленные результаты сравнения реальных распределений с распределениями, полученных в результате моделирования, было установлено, что расхождение плотности потока вызовов по районам обслуживания пожарных частей составляет не более 4–90 %.

На рисунке 12 представлены «результаты сравнения распределения времени прибытия к месту вызова ПСП с интервалом времени от 0 до 10 минут и более 10 минут» [11, с. 106].

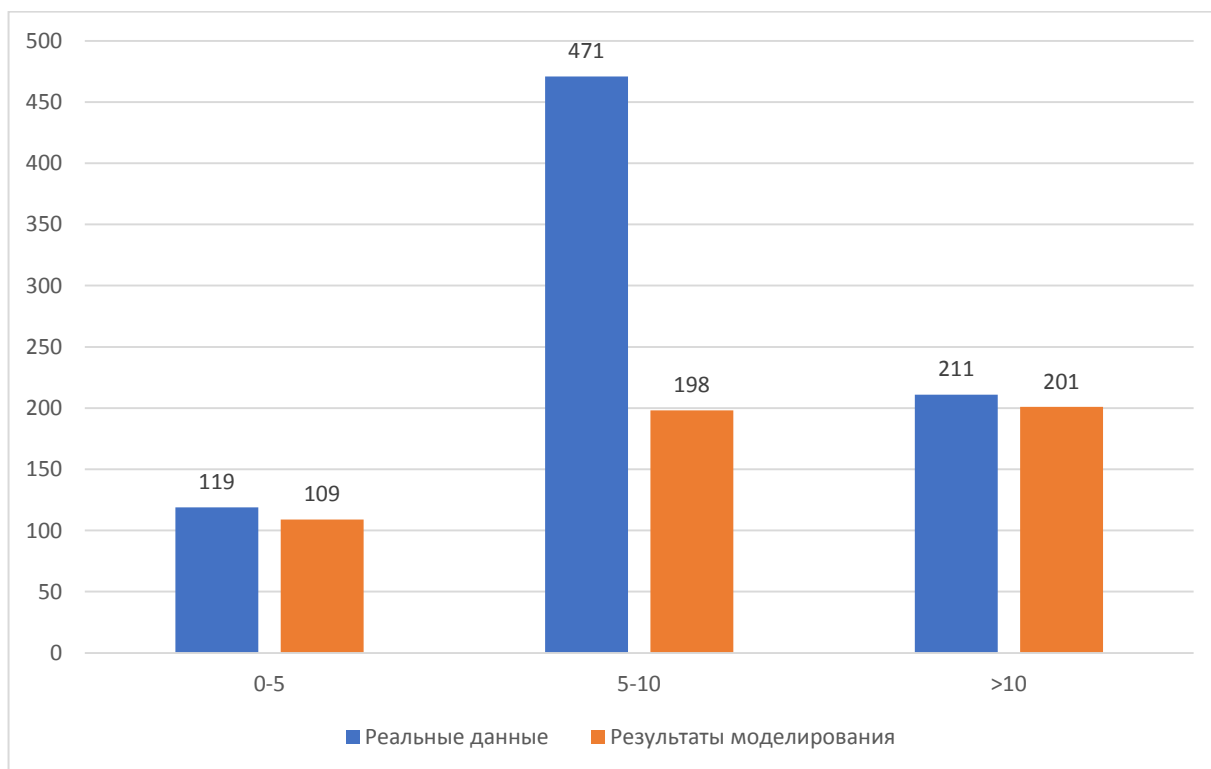


Рисунок 12 – Распределение реальных данных с результатами моделирования времени прибытия к месту вызова

При сравнении реальных распределений с распределениями, полученными в результате моделирования, было установлено, что расхождение времени прибытия к месту вызова составляет не более 6–8 %.

На рисунке 13 приведено полученное в ходе моделирования и реальное распределение занятости ПСП непосредственно на месте вызова.

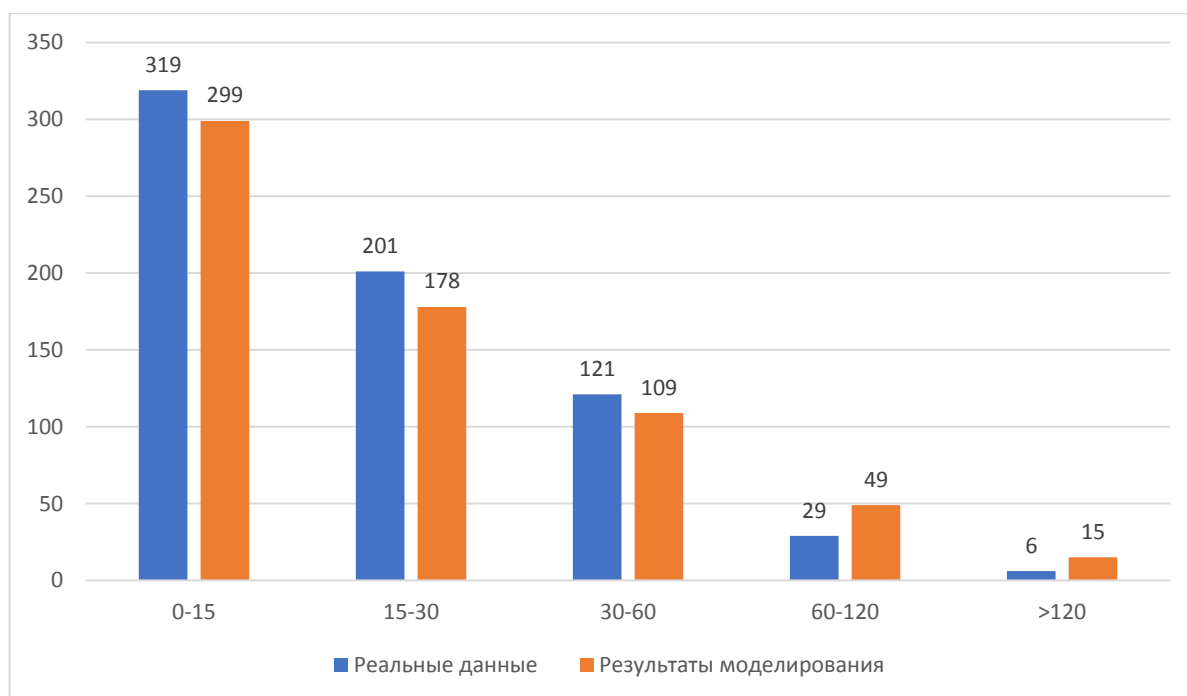


Рисунок 13 – Распределение реальных данных с результатами моделирования времени занятости на месте вызова

Результаты моделирования свидетельствуют о сокращении интервалов времени на месте вызовов от 1,2% до 70,2 %.

При сравнении реальных распределений с распределениями, полученными в результате моделирования, было установлено, что расхождение по времени занятости на месте вызова составляет не более от 4 до 67 %. Сравнение реальных данных с результатами моделирования подтвердило адекватность предложенных моделей. Таким образом, можно сделать вывод об их достаточно хорошей сходимости и возможности их использования для дальнейшего исследования.

Работоспособность имитационной модели обеспечивается количеством и качеством исходных данных. Укрупненный алгоритм работы имитационной модели оперативной деятельности ПСП объекта представлен на рисунке 14.

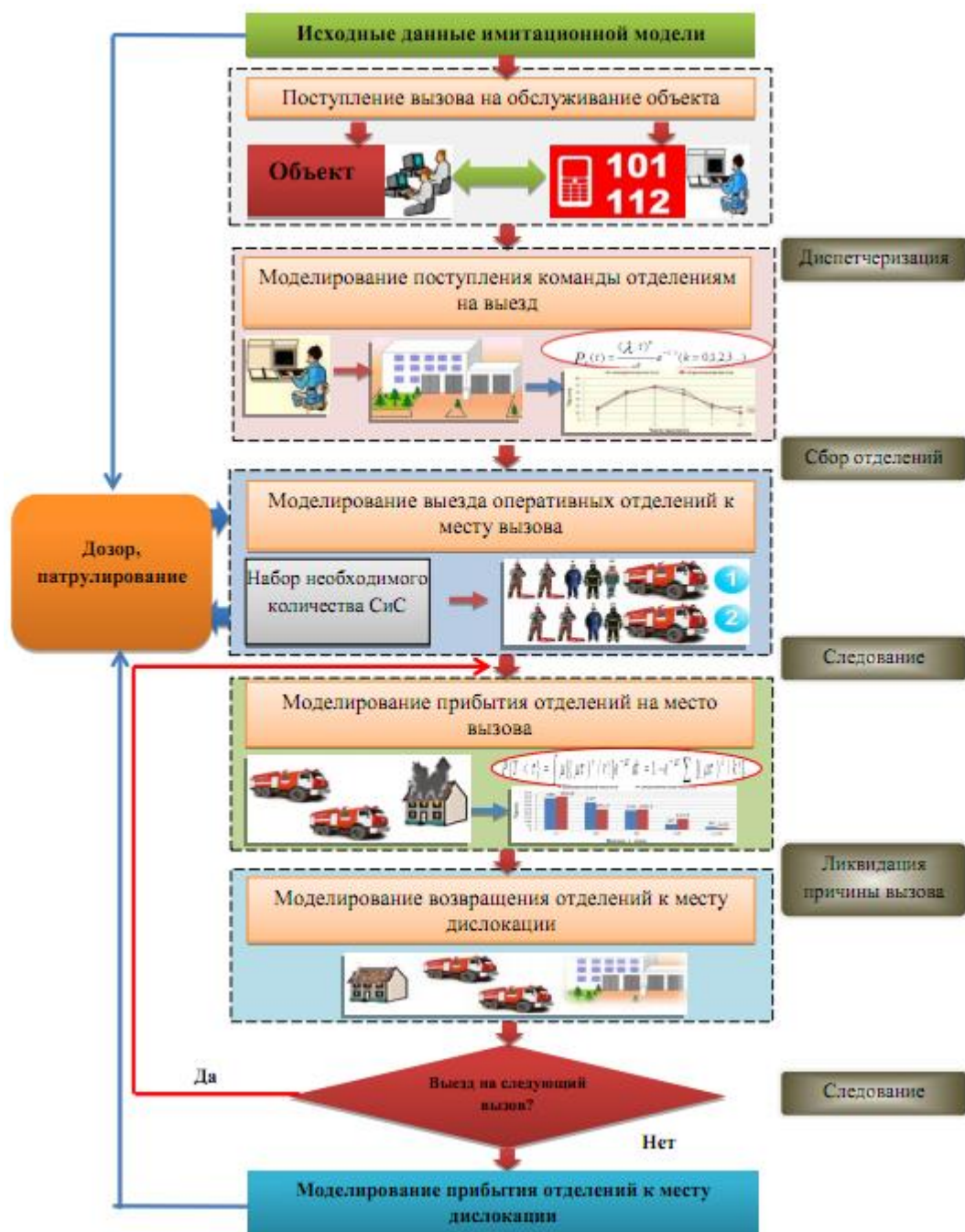


Рисунок 14 – Укрупненный алгоритм работы имитационной модели оперативной деятельности ПСП объекта

Программой модели имитирована последовательность действий со времени получения тревожного вызова с некоего объекта ЧС до возврата сотрудников и техники подразделений на места своих расположений после ликвидации ЧС. Как только поступило сообщение в оперативную службу пожаротушения, моделируется системой процесс диспетчеризации;

полученные сведения идентифицируются; далее система моделирует процесс сбора и выезда к месту ЧС сил и средств в достаточном объеме по полученному сообщению. Поскольку диспетчерские пульта в г. Самара работают с современными программными продуктами, обеспечивающими в автоматическом режиме сбор и выезд достаточных сил и средств по поступившему вызову, диспетчеризация занимает в реальном времени около минуты.

Если в качестве вызова поступает сигнал от срабатывающей автоматической противопожарной сигнализации с объекта охраны, сигнал от системы пожаротушения, дежурный персонал устанавливает местоположение сработавшей сигнализации и срочно выезжает на сигнал тревоги.

В случае действительно имеющегося возгорания дежурным персоналом подаются сведения на пульт ЕДДС (единая дежурная диспетчерская служба), далее следует диспетчеризация и на основе действующего расписания выездов, а также в зависимости от характерных особенностей имеющегося вызова, моделируется и осуществляется отправка из близлежащих пожарных депо достаточное количество дежурных отделений.

После того создается модель прибывания ПСП на место вызова для каждого оперативного подразделения, выехавшего к месту ЧС, причем моделью учитывается реальная ситуация городских транспортных сетей и их загруженность. В г.о. Самара рекомендовано использовать автомобили быстрого реагирования, которые обеспечат прибытие на объект с ЧС за короткие сроки, что обеспечит ликвидацию пожаров на его стадии развития минимальными объемами сил и средств.

Далее следует этап создания модели занятости пожарно-спасательного подразделения на территории с ЧС. Продолжительность занятости определяется моделью на основании действительных вероятностно-статистических распределений.

По окончании всех надлежащих работ на вызове оперативные подразделения прибывают на свои месторасположения и вновь находятся в готовности выехать на следующий вызов. С помощью КИС можно смоделировать не только процесс обслуживания тревожного вызова, но и процессы выездов ПСП с целью патрулирования и осмотра района объекта. Для этого вводятся исходные данные по дозорам и патрулированию. При проведении дозора или патрулирования может поступить вызов, в этом случае подразделение, проводящее дозор или патрулирование, направляется на место вызова, а по окончании его обслуживания вернется и будет продолжать прерванный дозор или патрулирование.

Итак, в данном разделе исследования дано общее описание имитационной системы. КИС (компьютерная имитационная система) – это имитационная модель для сложных процессов, состоящая из ряда простых моделей, описывающих определенный самостоятельный участок процесса.

Проведена адаптация имитационной системы для Самарского пожарно–спасательного гарнизона. КИС КОСМАС в целях исследований своевременности прибытия ПСГ к месту, на котором может возникнуть крупный пожар или аварийная чрезвычайная ситуация в пределах городского поселения подверглась модернизации, затем адаптировалась под условия г. Самара.

На последнем этапе исследования проведена проверка адекватности имитационной системы. Работоспособность имитационной модели обеспечивается количеством и качеством исходных данных. Программой модели имитирована последовательность действий со времени получения тревожного вызова с некоего объекта ЧС до возврата сотрудников и техники подразделений на места своих расположений после ликвидации ЧС.

Программой модели имитирована последовательность действий со времени получения тревожного вызова с некоего объекта ЧС до возврата сотрудников и техники подразделений на места своих расположений после ликвидации ЧС. Как только поступило сообщение в оперативную службу

пожаротушения, моделируется системой процесс диспетчеризации; полученные сведения идентифицируются; далее система моделирует процесс сбора и выезда к месту ЧС сил и средств в достаточном объеме по полученному сообщению. Поскольку диспетчерские пульта в г. Самара работают с современными программными продуктами, обеспечивающими в автоматическом режиме сбор и выезд достаточных сил и средств по поступившему вызову, диспетчеризация занимает в реальном времени около минуты.

По окончании всех надлежащих работ на вызове оперативные подразделения прибывают на свои месторасположения и вновь находятся в готовности выехать на следующий вызов. С помощью КИС можно смоделировать не только процесс обслуживания тревожного вызова, но и процессы выездов ПСП с целью патрулирования и осмотра района объекта. Для этого вводятся исходные данные по дозорам и патрулированию. При проведении дозора или патрулирования может поступить вызов, в этом случае подразделение, проводящее дозор или патрулирование, направляется на место вызова, а по окончании его обслуживания вернется и будет продолжать прерванный дозор или патрулирование.

5 Охрана труда

«Караульная служба организуется в подразделениях пожарной охраны для обеспечения готовности личного состава, мобильных средств пожаротушения, пожарного оборудования и аварийно-спасательного инструмента, снаряжения, средств связи и огнетушащих веществ подразделений к действиям по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ, профессиональной подготовки личного состава подразделений» [20].

Во время несения караульной службы проводятся следующие мероприятия:

- «обеспечение постоянной готовности дежурного караула подразделения к проведению боевых действий по тушению пожаров в период боевого дежурства;
- оперативно-тактическое изучение района (подрайона) выезда подразделения;
- контроль за состоянием противопожарного водоснабжения в районе (подрайоне) выезда подразделения;
- организация работы с документами предварительного планирования боевых действий по тушению пожаров;
- поддержание связи между подразделениями гарнизона и службами жизнеобеспечения;
- техническое обслуживание и ремонт техники и вооружения;
- обеспечение охраны помещений и территории подразделения, поддержание в них порядка и выполнение требований пожарной безопасности, а также проведение административно-хозяйственных работ силами личного состава дежурного караула подразделения» [20].

«Для проведения разведки пожара формируется звено ГДЗС в составе не менее трех человек, имеющих на вооружении средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и допуск, для сложных сооружений (метрополитен, подземные фойе зданий, здания повышенной сложности, трюмы кораблей, кабельные тоннели, подвалы сложной планировки) - не менее пяти человек. Газодымозащитники одного звена ГДЗС должны иметь средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения единого типа с одинаковым номинальным временем защитного действия» [21].

«При ведении действий по тушению пожара и проведении аварийно-спасательных и специальных работ в части, касающейся соблюдения требований, правил по охране труда, личный состав подразделений ФПС:

- знает и контролирует допустимое время работы в зонах с опасными факторами пожара и заражения аварийно-опасными химическими и радиоактивными веществами;
- знает сигналы оповещения об опасности;
- при продвижении простукивает перед собой пожарным инструментом конструкции перекрытия для предотвращения падения в монтажные, технологические и другие проемы, а также в местах обрушения строительных конструкций;
- продвигается, как правило, вдоль капитальных стен или стен с оконными проемами с соблюдением мер предосторожности, в том числе обусловленных оперативно-тактическими и конструктивными особенностями объекта пожара (аварии)» [21].

«При развертывании сил и средств личным составом подразделений ФПС обеспечивается:

- выбор наиболее безопасных путей прокладки рукавных линий, переноса инструмента и инвентаря;
- установка пожарных автомобилей и оборудования на безопасном расстоянии от места пожара;
- остановка, при необходимости, всех видов транспорта;

- установка единых сигналов об опасности и оповещение о них участников тушения пожара, личного состава подразделений ФПС, работающего на учении;
- вывод участников тушения пожара в безопасное место при явной угрозе взрыва, отравления, радиоактивного облучения, обрушения, вскипания и выброса легковоспламеняющейся и горючей жидкости из резервуаров;
- организация постов безопасности с двух сторон вдоль железнодорожного полотна для наблюдения за движением составов и с своевременным оповещением участников тушения пожара об их приближении в случае прокладки рукавных линий под железнодорожными путями» [21].

«Руководитель тушения пожара, оперативные должностные лица на пожаре и личный состав подразделений ФПС, принимающий участие в тушении пожара, обязаны знать виды и типы веществ и материалов, при тушении которых опасно применять воду или другие огнетушащие вещества на основе воды, перечень которых предусмотрен приложениями к Правилам» [21]

«Запрещается применять пенные огнетушители для тушения горящих приборов и оборудования, находящихся под напряжением, а также веществ и материалов, взаимодействие которых с пеной может привести к вскипанию, выбросу, усилению горения» [21].

«Личный состав подразделений ФПС, действующий в условиях крайней необходимости и (или) обоснованного риска, может допустить отступления от установленных Правилами требований, когда их выполнение не позволяет оказать помощь находящимся в беде людям, предотвратить угрозу взрыва (обрушения) или распространения пожара, принимающего размеры стихийного бедствия» [21].

«По прибытии на пожар РТП немедленно устанавливает связь с обслуживающим персоналом (главным или дежурным врачом) и выясняет,

какие меры приняты для спасания больных из помещений, число больных, подлежащих спасанию, и их транспортабельность, какой медицинский персонал можно привлечь к работе и куда размещать спасаемых» [32].

«Работы по спасанию проводятся быстро, но с соблюдением предосторожностей, чтобы не были причинены повреждения и травмы спасаемым людям. Во всех случаях, когда проводятся спасательные работы, должностные лица организуют вызов скорой медицинской помощи, даже если в данный момент в ней нет необходимости» [21].

«До прибытия на пожар медицинского персонала первую доврачебную помощь пострадавшим в установленном порядке оказывает личный состав подразделений ГПС» [21].

«Боевая подготовка личного состава караулов должна проводиться в целях приобретения и поддержания личным составом караулов на необходимом уровне знаний, умений и навыков, реализуемых посредством теоретической и практической подготовки личного состава караулов к проведению боевых действий по тушению пожаров и ликвидации ЧС» [22].

«Для проведения разведки пожара формируется звено ГДЗС в составе не менее трех человек, имеющих на вооружении средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения и допуск, для сложных сооружений (метрополитен, подземные фойе зданий, зданий повышенной сложности, трюмы кораблей, кабельные тоннели, подвалы сложной планировки) - не менее пяти человек. Газодымозащитники одного звена ГДЗС должны иметь средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения единого типа с номинальным временем защитного действия» [21].

6 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Рассмотрим вещества, которые будут оказывать вредное воздействие при возможном возгорании в ТРК «Вива Лэнд» в таблице 3.

Таблица 3 – Антропогенное воздействие веществ при возможном возгорании в ТРК «Вива Лэнд»

Вещество/ материал	ПДК (разовая)	Класс опасности	Воздействие на человека
1	2	3	4
Сажа	0,5	3	«Дисперсный углеродный продукт неполного сгорания. Канцероген, способствует возникновению рака кожи» [23].
Оксид углерода	0,15	4	«Газ без цвета и запаха. Токсичен. При острых отравлениях головная боль, головокружение, тошнота, слабость, одышка, учащенный пульс. Возможна потеря сознания, судороги, кома, нарушение кровообращения и дыхания» [23].
Двуокись углерода	0,05	4	«Бесцветный газ со слабым кислотным запахом. Диоксид углерода не токсичен, но не поддерживает дыхание. Большая концентрация в воздухе вызывает удушье» [23].
Сероводород	0,008	2	«Вещество раздражает глаза и дыхательные пути. Вдыхание газа может вызвать отек легких. Быстрое испарение жидкости может вызвать обморожение. Вещество может оказывать действие на центральную нервную систему. Воздействие может вызвать потерю сознания. Воздействие может вызвать смерть. Эффекты могут быть отсроченными» [23].
Диоксин	0,5	1	«Диоксины высоко токсичны и могут вызывать проблемы в области репродуктивного здоровья и развития, поражения иммунной системы, гормональные нарушения и раковые заболевания» [23].
Стирол	0,04	2	«Вещество отрицательно влияет на функцию печени и почек, на кровеносную и нервную системы. Длительное попадание стирола в организм человека грозит катаром дыхательных путей, раздражением кожи и слизистых оболочек, изменением состава крови, нарушениями функций вегетативной системы» [23].

Как видно из таблицы 3 наиболее опасными веществами являются

диоксин, сероводород и стирол.

«Пожары являются наиболее распространенными аварийными ситуациями, при которых происходит загрязнение ОС. Экологическая опасность пожаров прямо обусловлена изменениями химического состава, температуры воздуха, воды и почвы, а косвенно и других параметров ОС. В условиях пожара горение, как правило, протекает в диффузионном режиме. Вещества и материалы при этом сгорают не полностью и наряду с частичками сажи попадают в ОС в виде газообразных, жидких продуктов горения» [6].

В результате пожаров ухудшается экологическое состояние среды обитания человека, причиняет вред здоровью людей и экосистем. Во всех случаях в окружающую среду попадают вредные и токсичные вещества. «В целях обеспечения безопасности людей, сохранения флоры и фауны для многих веществ, попадающих в ОС: воздух, воду, почву установлены предельно допустимые концентрации (ПДК), которые не могут вызвать заболевания людей» [6].

«В результате в продуктах горения могут присутствовать самые разнообразные по химическому строению и токсичности соединения. Среди самых распространенных - оксиды углерода, серы, азота, хлористый водород, углеводороды различных классов. Наряду с токсичными и вредными продуктами горения загрязнение ОС может быть вызвано огнетушащими веществами, используемыми в пожаротушении. Поверхностно-активные вещества (ПАВ), применяемые в пожарной охране как смачиватели и пенообразователи, также причиняют вред ОС» [6].

7 Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

В таблице 4 отразим план мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на 2021 год.

Таблица 4 – План мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на 2021 год

Наименование мероприятия	Ответственный за выполнение	Дата (период) выполнения	Примечание (выполнено/невыполнено)
Применение системы имитационного моделирования	Руководитель организации, специалист по ОТ и ТБ	1 кв-л 2021 года	выполнено

Смета затрат представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Смета затрат

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	97300
Стоимость оборудования	1564800
Материалы и комплектующие	-
Пуско-наладочные работы	-
Итого:	1662100

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Исходные данные для расчетов

Наименование показателя	Единица измерения	Условное обозначение	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3	4	5
«Общая площадь» [24]	м ²	F		1250
«Стоимость поврежденного оборудования» [24]	руб/м ²	C _T		17000

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	
«Стоимость повреждений здания» [24]	руб/м ²	C _к	94000	
«Вероятность возникновения пожара» [24]	1/м ² в год	J	16,0 x 10 ⁻⁶	
«Площадь пожара на время тушения пожара первичными средствами» [24]	м ²	F _{пож}	180	
«Площадь тушения средствами автоматического пожаротушения» [24]	м ²	F _{пож}	59,0	
«Площадь тушения пожара при отказе всех средств пожаротушения» [24]	м ²	F _{пож}	1250	
«Вероятность тушения пожара первичными средствами» [24]	-	p ₁	0,85	
«Вероятность тушения пожара привозными средствами» [24]	-	p ₂	0,95	
«Вероятность тушения пожара автоматическими средствами» [24]	-	p ₃	0,86	
«Коэффициент, учитывающий степень уничтожения объекта тушения пожара привозными средствами» [24]	-	-	0,52	
«Коэффициент, учитывающий косвенные потери» [24]	-	к	1,3	
«Линейная скорость распространения» [24]	м/мин	v _л	1,25	
«Время свободного горения» [24]	мин	B _{свг}	18	
«Стоимость автоматических средств пожаротушения» [24]	руб.	K	1662100	
«Норма амортизационных отчислений» [24]	%	H _{ам}	-	5
«Суммарный годовой расход» [24]	т	W _{ов}	-	70
«Оптовая цена огнетушащего вещества» [24]	руб.	Ц _{ов}	-	110
«Коэффициент транспортно-заготовительных расходов» [24]	-	K _{тзср}	-	0,55
«Численность работников обслуживающего персонала» [24]	чел	Ч	-	1
«Заработная плата 1 работника» [24]	руб.	ЗПЛ	-	12100
«Норма дисконта» [24]	-	НД	-	0,1
«Период реализации мероприятий» [24]	лет	T	-	21

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при наличии первичных средств пожаротушения $M(\Pi_1)$ » [24]:

$$M(\Pi) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) = 843925,3 \quad (14)$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных первичными средствами пожаротушения» [24]:

$$M(\Pi_1) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}} \cdot (1 + k) \cdot p_1 \quad (15)$$

$$M(\Pi_1) = 0,000016 \cdot 1250 \cdot 17000 \cdot 1250 \cdot (1 + 1,3) \cdot 0,85 = 830875 \text{ руб/год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [24]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_2 \quad (16)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 1250 \cdot (17000 \cdot 59 + 94000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,3) \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,95 = 6232,06 \text{ руб/год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [24]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_2] \quad (17)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 1250 \cdot (17000 \cdot 1250 + 94000) \cdot (1 + 1,3) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,95] = 9818,24 \text{ руб / год}$$

«Рассчитать годовые материальные потери от пожара при оборудовании объекта средствами автоматического пожаротушения $M(\Pi_2)$ » [24]:

$$M(\Pi_2) = M(\Pi_1) + M(\Pi_2) + M(\Pi_3) + M(\Pi_4) \quad (18)$$

$$M(\Pi_2) = 830875 + 6232,06 + 9818,24 + 0 = 843925,3 \text{ руб / год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных установками автоматического пожаротушения» [24]:

$$M(\Pi_2) = J \cdot F \cdot C_T \cdot F_{\text{пож}}^* \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1) \cdot p_3 \quad (19)$$

$$M(\Pi_2) = 0,000016 \cdot 1250 \cdot 17000 \cdot 59 \cdot (1 + 1,3) \cdot (1 - 0,85) \cdot 0,86 = 9919,7$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров, потушенных привозными средствами пожаротушения» [24]:

$$M(\Pi_3) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F'_{\text{пож}} + C_K) \cdot 0,52 \cdot (1 + k) \cdot (1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3) \cdot p_2 \quad (20)$$

$$M(\Pi_3) = 0,000016 \cdot 2150 \cdot (17000 \cdot 59 + 94000) \cdot 0,52 \cdot (1 + 1,3) \cdot [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 = 1756,523 \text{ руб / год}$$

«Математическое ожидание годовых потерь от пожаров при отказе всех средств пожаротушения» [24]:

$$M(\Pi_4) = J \cdot F \cdot (C_T \cdot F''_{\text{пож}} + C_K) \cdot (1 + k) \cdot \{1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3 - [1 - p_1 - (1 - p_1) \cdot p_3] \cdot p_2\} \quad (21)$$

$$M(\Pi_4) = 0,000016 \cdot 2150 \cdot (17000 \cdot 2150 + 94000) \cdot (1 + 1,3) \cdot \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86 - \\ - [1 - 0,85 - (1 - 0,85) \cdot 0,86] \cdot 0,95 \end{array} \right\} = 0 \text{ руб / год}$$

3. «Рассчитать эксплуатационные расходы Р на содержание автоматических систем пожаротушения» [24]:

$$P = A + C = 308436,325 \text{ руб/год} \quad (22)$$

«Текущие затраты» [24]:

$$C_2 = C_{m.p.} + C_{c.o.n.} + C_{o.в.} = 158435,075 \text{ руб/год} \quad (23)$$

«Затраты на текущий ремонт» [24]:

$$C_{m.p.} = \frac{K_2 \cdot H_{m.p.}}{100\%} \quad (24)$$

$$C_{m.p.} = \frac{3000025 \cdot 0,3}{100} = 9000,075 \text{ руб / год}$$

«Затраты на оплату труда обслуживающего персонала» [24]:

$$C_{c.o.n.} = 12 * Ч * ЗПЛ \quad (25)$$

$$C_{c.o.n.} = 12 \cdot 1 \cdot 12100 = 145200 \text{ руб / год}$$

«Затраты на огнетушащее вещество» [24]:

$$C_{o.в.} = W * Ц * k_{m.з.с.р.} \quad (26)$$

$$C_{o.в.} = 70 \cdot 110 \cdot 0,55 = 4235 \text{ руб / год}$$

«Затраты на амортизацию систем автоматических устройств пожаротушения» [24]:

$$A = \frac{K_2 \cdot H_a}{100\%} \quad (27)$$

$$A = \frac{3000025 \cdot 5}{100\%} = 150001,25 \text{ руб / год}$$

$$I_t = ([M(П1) - M(П2)] - [P_2 - P_1]) \cdot \frac{1}{(1 + HD)^t} - (K_2 - K_1) \quad (28)$$

$$I_t = \{[584852,897 - 524696,041] - 308436,325\} \cdot \frac{1}{(1+0,1)^t} - 3000025$$

«Определяем интегральный экономический эффект путем суммирования чистых дисконтированных потоков доходов по каждому году проекта» [24] из таблицы 7.

$$I = \sum_{t=0}^T I_t = 59426384,6 \quad (29)$$

Таблица 7 – Расчет денежных потоков за период времени

Год осуществления проекта	M(Π1)-M(Π2)	P ₂ -P ₁	1/(1+НД) ^t	[M(Π1)-M(Π2)-(P ₂ -P ₁)]*1/(1+НД) ^t	K ₂ -K ₁	Чистый дисконтированный поток доходов по годам проекта (И)
1	2	3	4	5	6	7
2	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹	5774341,392	3000025	2774316,392
3	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ²	5794860,356	-	2794835,356
4	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ³	5813512,96	-	2813488,96
5	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ⁴	5830471,782	-	2830446,782
6	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ⁵	5845887,984	-	2845862,984
7	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ⁶	5859902,712	-	2859877,712
8	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ⁷	5872643,375	-	2872618,375
9	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ⁸	5884225,795	-	2884200,795
10	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ⁹	5894755,269	-	2894730,269
11	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁰	5904327,517	-	2904302,517
12	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹¹	5913029,561	-	2913004,561
13	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹²	5920940,51	-	2920915,51
14	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹³	5928132,282	-	2928107,282
15	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁴	5934670,256	-	2934645,256
16	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁵	5940613,869	-	2940588,869
17	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁶	5946017,154	-	2945992,154
18	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁷	5950929,231	-	2950904,231
19	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁸	5955394,755	-	2955369,755
20	60156,856	308436,325	1/(1+НД) ¹⁹	5959454,323	-	2959429,323

Итак, применение системы имитационного моделирования позволит получить интегральный экономический эффект в размере 59426384,6 руб.

Заключение

Итак, по окончании исследования сделаем соответствующие выводы.

В первом разделе рассмотрены особенности функционирования торговых предприятий и складов товарно-материальных ценностей. Любой склад не зависимо от его пропускной способности – это сложная система, требующая налаживания его деятельности и синхронизации всех процессов. На эффективность работы склада влияет любая мелочь, это и тара для содержания продукции, и способ складирования и многое другое. Рациональность размещения грузов по территории склада – один из главных параметров результативности работы складов.

Во втором разделе изучены методы и оценки расчета параметров возможных пожаров и рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

В третьем разделе проведен анализ и оценка пожарного риска в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

В четвертом разделе изучена разработка мероприятий по снижению пожарных рисков в торговых предприятиях и складах товарно-материальных ценностей.

Дано общее описание имитационной системы. КИС (компьютерная имитационная система) – это имитационная модель для сложных процессов, состоящая из ряда простых моделей, описывающих определенный самостоятельный участок процесса.

Проведена адаптация имитационной системы для Самарского пожарно-спасательного гарнизона. КИС КОСМАС в целях исследований своевременности прибытия ПСГ к месту, на котором может возникнуть крупный пожар или аварийная чрезвычайная ситуация в пределах городского поселения подверглась модернизации, затем адаптировалась под условия г. Самара.

На последнем этапе исследования проведена проверка адекватности имитационной системы. Работоспособность имитационной модели обеспечивается количеством и качеством исходных данных. Программой модели имитирована последовательность действий со времени получения тревожного вызова с некоего объекта ЧС до возврата сотрудников и техники подразделений на места своих расположений после ликвидации ЧС.

В пятом разделе проанализированы вопросы охраны труда. Разработана регламентированная процедура по проведению внепланового инструктажа.

В шестом разделе изучены вопросы охраны окружающей среды и экологической безопасности. Разработана регламентированная процедура системы оборотного водоснабжения предприятий.

В седьмом разделе дана оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности.

Список используемой литературы

1. Алексеева Н.И. Управление товарными запасами предприятия на основе анализа системы показателей // Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности. 2019. № 5 (5). С. 56-59.
2. Алымов В.Т. Техногенный риск. Анализ и оценка / В.Т. Алымов, Н.П. Таросова. М.: Академкнига, 2018. 113 с.
3. Балынин И.В. Практическая реализация риск–ориентированного подхода: многообразие методов и принципов / И.В. Балынин // 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. Буняк И.П. Управление товарными запасами с учетом складских помещений // Современные тенденции развития науки и технологий. 2019. № 3. С. 38-41.
6. Гришин А. М. О влиянии негативных экологических последствий пожаров // Экологические системы и приборы. 2016. №4. С. 40-43.
7. Захаров И.А. Анализ пожарной обстановки в крупных городах // Системы безопасности. 2019. №2. С. 203–205.
8. Киндеев Т.В. Управление рисками: учебное пособие / Т.В. Киндеев. Владимир, 2016. 230 с.
9. Котков Д.В. Моделирование оперативной деятельности подразделений ГПС МЧС России // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайны ситуаций. 2018. №1. С. 307–309.
10. 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.

11. Матвеев А.В. Математическое моделирование оптимизации структуры комплексных аварийно–спасательных центров МЧС России // Проблемы управления рисками в техносфере. 2017. № 4 (40). С. 105–111.

12. 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.

13. Никифоров В.В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок. М.: ГроссМедиа, 2019. 192 с.

14. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69–ФЗ (ред. от 11.06.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/ (дата обращения: 29.08.2021).

15. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 22 июля 2020 г. № 1084. URL: <http://docs.cntd.ru/document/565358934> (дата обращения: 03.09.2021).

16. 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 24.08.2021). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/ (дата обращения: 29.08.2021).

17. О федеральном государственном пожарном надзоре [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 12 апреля 2012 года № 290 (ред. от 25.06.2021). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902341612> (дата обращения: 23.08.2021).

18. 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: 05.09.2021).

19. 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: 07.09.2021).

20. Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 20.10.2017 №452 (ред. от 28.02.2020). URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733066/> (дата обращения 14.08.2021).

21. Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 881н. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70918304/> (дата обращения 03.09.2021).

22. Об утверждении порядка подготовки личного состава пожарной охраны [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 26.10.2017 № 472 (ред. от 28.02.2020) URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71733062/> (дата обращения 16.08.2021).

23. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 [Электронный ресурс]: Постановление от 28.01.2021 №2. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560Ю> (дата обращения: 15.08.2021).

24. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности [Электронный ресурс]: Методические указания. URL: <https://edu.rosdistant.ru/course/view.php?id=3014> (дата обращения: 05.08.2021).

25. Пат. 189083 Российская Федерация. Имитационная система средств пожарной сигнализации / А.С. Куппель, С.В. Наследников, С.Б. Ульянович, Е.А. Слободянюк, Б.М. Нуриев: заявитель и патентообладатель ООО «Газпромдобыча Уренгой». №2018130906; заявл. 27.08.2018. Бюл. №14. 5 с.

26. Пат. 2207631 Российская Федерация. Имитационная система охранно–пожарной сигнализации / Н.П. Шуревский, В.А. Щербаков, В.А. Моторин, М.Н. Беспалов: заявитель и патентообладатель ООО «Научно–технический центр «АИР». №2001125454; заявл. 17.09.2001. Бюл. №18. 4 с.

27. Пат. 2419148 Российская Федерация. Имитационная система распознавания пожаров на поверхности земли / М. Дзавальи, М. Константины: заявитель и патентообладатель С.п.А. Телеспацио (It). №2009106190; заявл. 27.07.2007. Бюл. №14. 6 с.

28. План тушения пожара ТРК «Вива Лэнд», г. Самара пр. Кирова 147 / ФГКУ «3 отряд ФПС по Самарской области», 2017. 114 с.

29. Порядок проведения оценки пожарного риска [Электронный ресурс]: Информация от 27.11.2014. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420289391> (дата обращения: 01.09.2021).

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

31. Субачев С.В. Имитационное моделирование развития и тушения пожаров в системе подготовки специалистов противопожарной службы // Прикладная информатика. 2018. №4. С.27–37.

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

33. 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.

34. Faingloz L. Simulation Modelling Application in Real–time Service Systems // Transport and Telecommunication Institute. 2017. №17. P. 200–205.

35. Halting F. Simulation Modelling // Oxford Bibliographies in Ecology. 2017. №9. P.35–39.

36. Kelton D. Simulation Modelling & Analysis // Second Edition. 2016. №2. P.21–29.

37. World Fire Statistics // Официальный сайт Центра пожарной статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ctif.org/world-fire-statistics> (дата обращения 6.11.2020).