



## *Академия Государственной противопожарной службы МЧС России*

### **Тема выпускной квалификационной работы**

«Оценка обеспечения безопасности людей при горении твердых  
горючих материалов в помещении производственного  
назначения»

#### **Выполнил:**

студент уч. группы 3319 ТмЗ  
Института управления  
и комплексной безопасности

С.А. Химин

#### **Научный руководитель:**

Заместитель начальника УНК – начальник  
кафедры надзорной деятельности  
УНК ОНД, к.т.н., доцент, полковник вн. службы

Е.А. Ягодка

**Процент выполнения магистерской диссертации: 100 %**



## ***Объект исследования:***

Система обеспечения пожарной безопасности объектов  
защиты

## ***Предмет исследования:***

Экспресс-метод оценки  
пожарных рисков по полевой модели пожара в помещениях  
площадью от 80 до 2400 м<sup>2</sup> высотой от 4 до 7 м для пяти  
видов твердых горючих материалов



## Актуальность темы исследования:

- 1) Необходимость исследования зависимости времени наступления критических значений опасных факторов пожара от площади и высоты помещения, а также вида горючей нагрузки.
- 2) Необходимость разработки экспресс-формулы определения времени наступления опасных факторов пожара по полевой модели в помещениях от 80 до 2400 м<sup>2</sup> высотой от 4 до 7 м при горении пяти видов горючей нагрузки.



## **Цель работы:**

Повышение эффективности деятельности органов ГПН при реализации риск-ориентированной модели деятельности по обеспечению пожарной безопасности.

## **Задачи исследования:**

1. Анализ типовой и риск-ориентированной модели деятельности органов государственного пожарного надзора при проведении проверок объектов защиты;
2. Анализ существующих экспресс-методов оценки соответствия объектов защиты на основе расчетной оценки пожарных рисков;
3. Организация эксперимента для разработки экспресс-методики оценки безопасной эвакуации людей при пожаре;
4. Разработка алгоритма упрощения методик до экспресс-методик определения времени наступления опасных факторов пожара.
5. Разработка экспресс-методики определения времени наступления опасных факторов пожара, т.е. минимально необходимого времени для эвакуации людей при пожаре.



## *Основные методы исследования:*

Системный анализ

Синтез

Теория функций и графов

Численный эксперимент

# **АНАЛИЗ ТИПОВОЙ И РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОВЕРОК ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ**

Составление перечня требований пожарной безопасности, содержащихся во всех нормативных документах, относящихся к проверяемому объекту (далее Перечень) при отсутствии расчетов по оценке пожарных

рисков

Оценка пожарных рисков

Определение по методикам воздействия на людей критических значений опасных факторов пожара при применении первичных средств пожаротушения: потеря видимости, повышенная температура, пониженное содержание кислорода, повышенное содержание токсичных продуктов горения, тепловой поток при горении твердых горючих материалов не учитывается

Проверка выполнения условия обеспечения безопасной эвакуации людей без реализации требований пожарной безопасности из составленного Перечня

не выполняется

Требование пожарной безопасности является обязательным

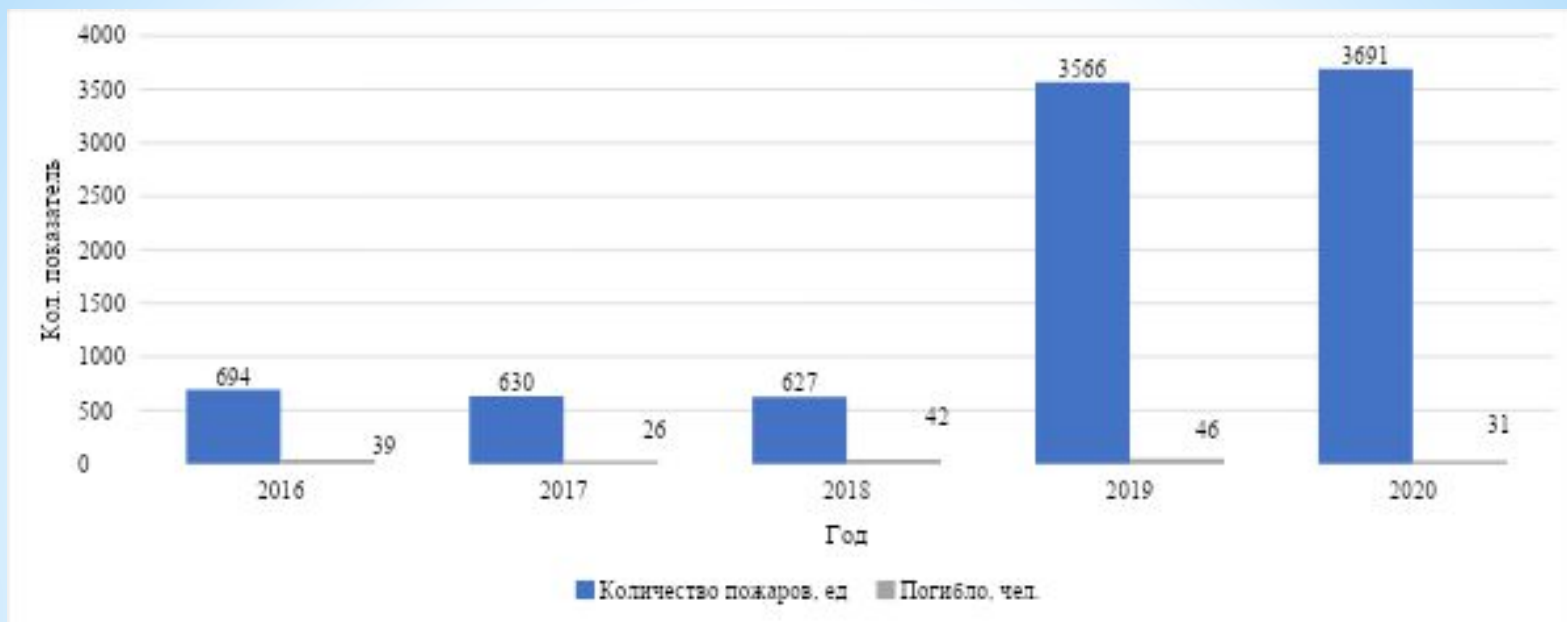
Составление акта проверки  
Требования пожарной безопасности включаются в  
Предписание ГПН  
Принимается решение о применении мер  
административного воздействия

выполняется

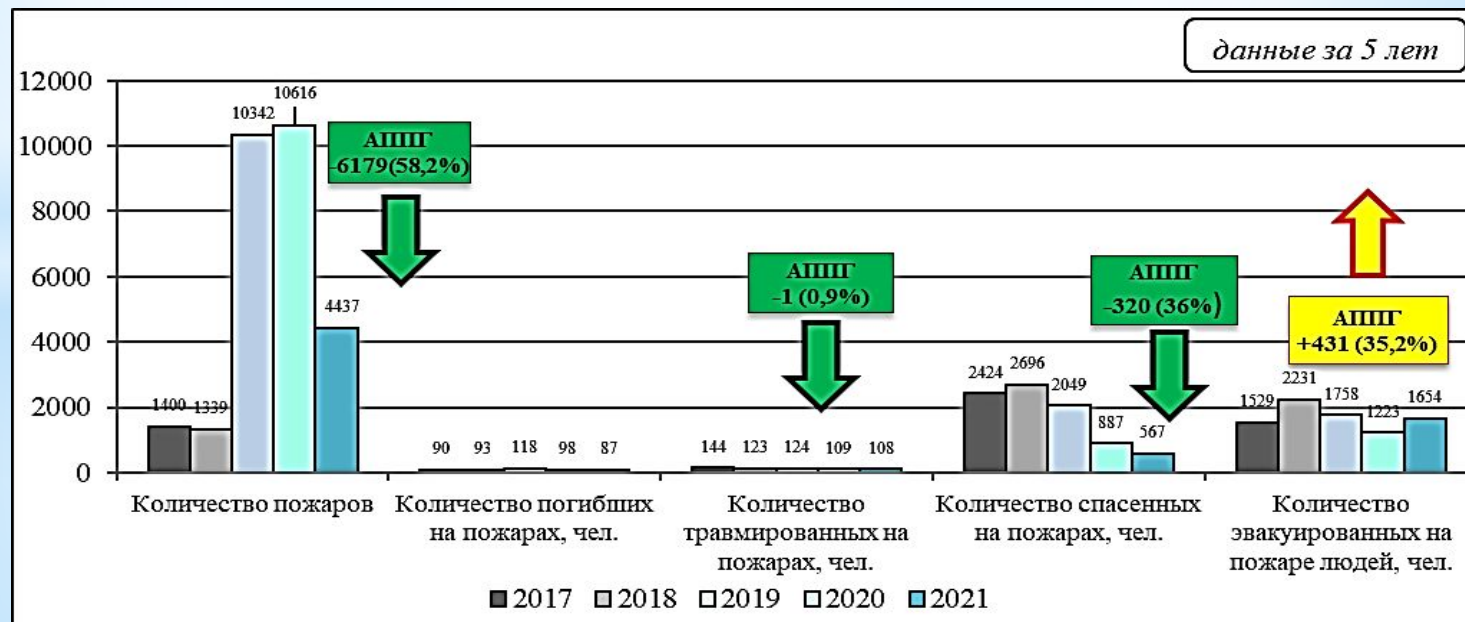
Требование пожарной безопасности является добровольным

Составление акта проверки  
Требования пожарной безопасности не включаются  
в Предписание ГПН  
Не предусматриваются меры административного  
воздействия

# Обзор статистических данных по теме исследования

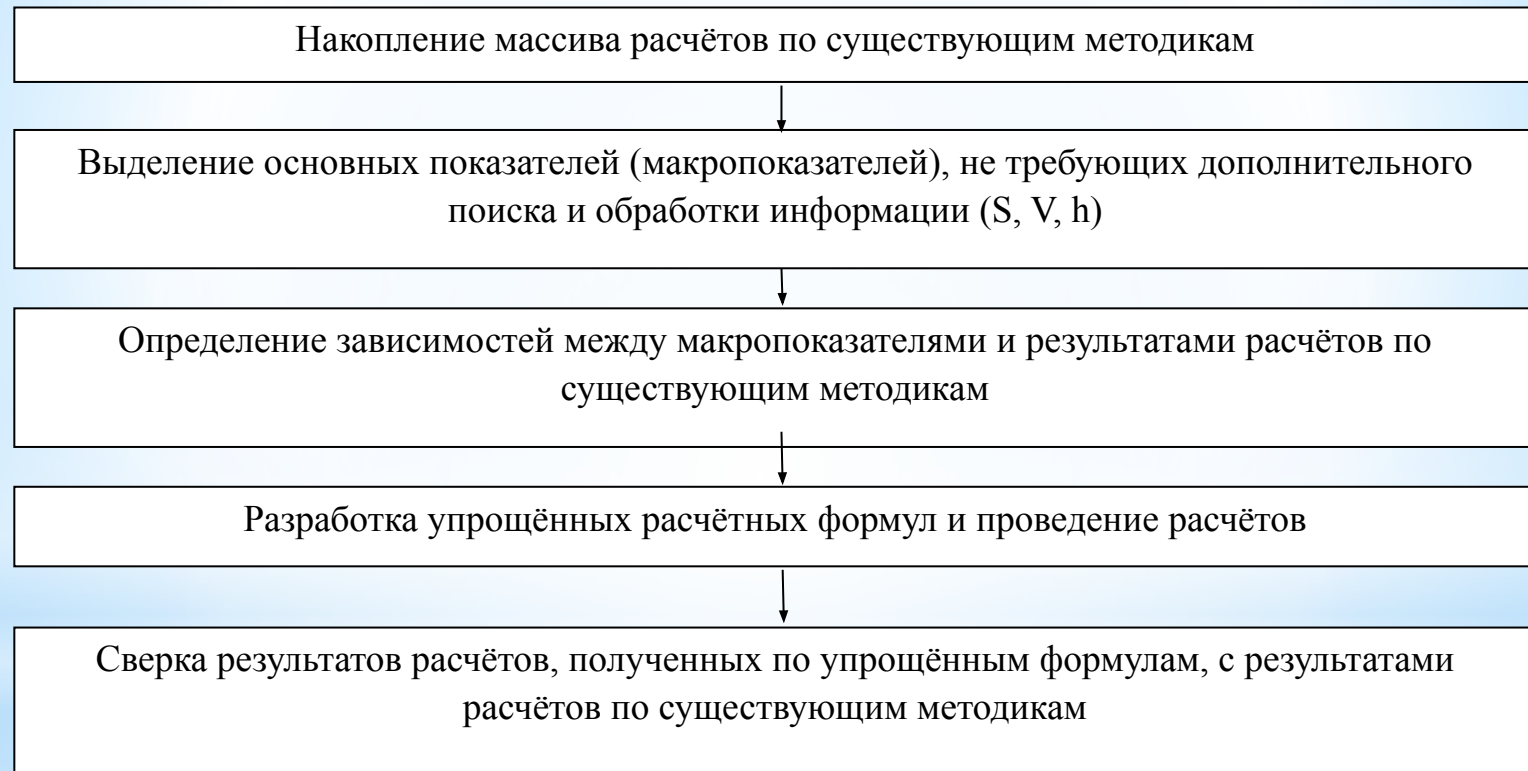


Статистика основных показателей обстановки с пожарами на территории Ставропольского края



# **РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-МЕТОДИКИ (ЭКСПРЕСС-ФОРМУЛЫ) ОЦЕНКИ ПОЖАРНЫХ РИСКОВ**

Алгоритм разработки экспресс-методики определения временных параметров наступления ОФП

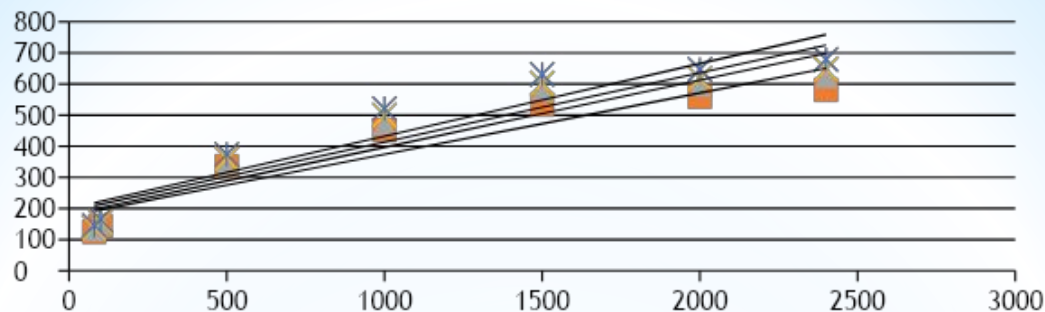




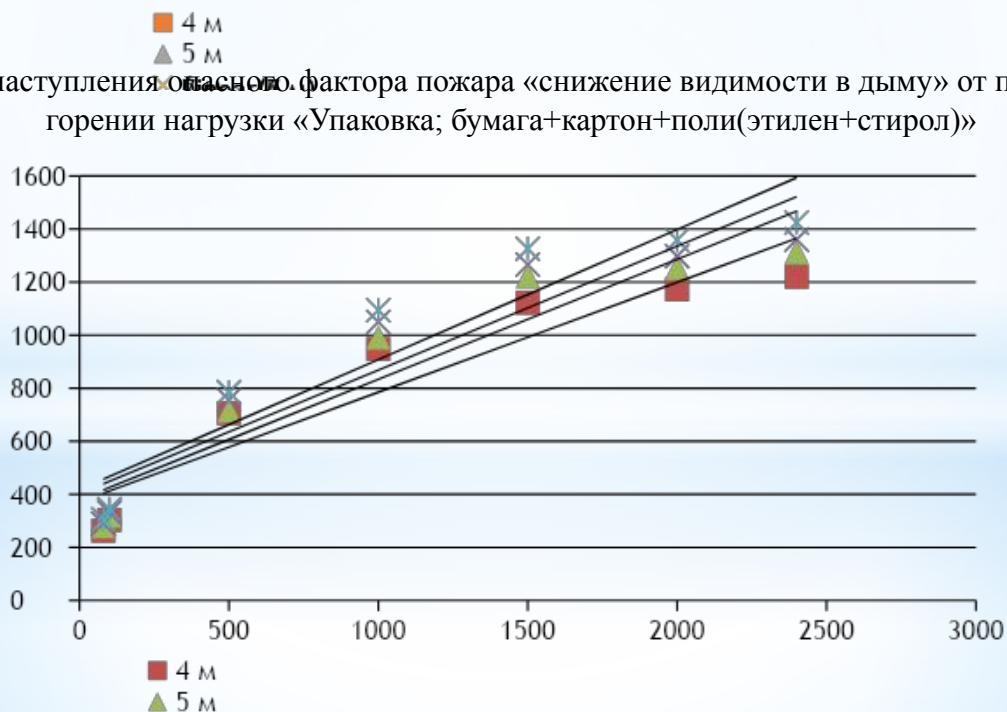
## Организация численного эксперимента

№	Наименование параметра	Значение параметров, для помещений площадью, $F$ (м <sup>2</sup> )						
		80	100	500	1000	1500	2000	2400
<b>1</b>	<b>Помещение</b>							
	Соотношение $a/b^*$ (м)	1	1	1	1	1	1	1
	Высота, $2h$ (м)	4	4	4	4	4	4	4
	Объём помещения, $V$ (м <sup>3</sup> )	320	400	3200	4000	6000	8000	9600
<b>3</b>	<b>Проёмы (окна)</b>							
	Высота (м)	2	2	2	2	2	2	2
	Ширина (м)	2	2,5	4	4,5	4,5	6	6,5
	Количество (шт.)	2	2	6	8	10	10	10
		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
<b>4</b>	<b>Проёмы (двери)</b>							
	Ширина (м)	0,8	0,8	1	1	1,2	1,4	1,4
	Количество (шт.)	1	2	2	3	3	3	3
		0	0	0	0	0	0	0
		1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
<b>5</b>	Высота рабочей зоны, $y$ (м)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

# Обработка результатов численного эксперимента



Зависимость времени наступления опасного фактора пожара «снижение видимости в дыму» от площади помещения при горении нагрузки «Упаковка; бумага+картон+поли(этилен+стирол)»



Зависимость времени наступления опасного фактора пожара «повышенная температура» от площади помещения при горении нагрузки «Упаковка; бумага+картон+поли(этилен+стирол)»

## Разработка экспресс-формулы оценки пожарных рисков

**Для нагрузки «Упаковка; бумага+картон+поли(этилен+стирол)»**

– по потере видимости –  $\tau_{\text{вид}}^{\text{бл}} = -0,0001 \cdot S^2 + 0,3141 \cdot h^{0,2723} + 4,042 \cdot h + 86,699$

– по повышенной температуре –  $\tau_{\text{темп}}^{\text{бл}} = -0,00025 \cdot S^2 + 0,6528 \cdot h^{0,2785} + 7,957 \cdot h + 184,95$

**Для нагрузки «Склад бумаги в рулонах»**

– по потере видимости –  $\tau_{\text{вид}}^{\text{бл}} = 0,00000095 \cdot S^3 - 0,0005 \cdot S^2 + (0,0554 \cdot h + 0,5732) \cdot S + 4,252 \cdot h + 56,82$

– по повышенной температуре  $\tau_{\text{темп}}^{\text{бл}} = 0,0000002 \cdot S^3 - 0,0011 \cdot S^2 + (0,1175 \cdot h + 1,2159) \cdot S + 8,452 \cdot h + 124,25$

**Для нагрузки «Кабели+провода; 0.75\*(АВВГ, АПВГ, ТПВ)+0,25\*(КПРТ, ПР, ШРПС)»**

– по потере видимости –  $\tau_{\text{вид}}^{\text{бл}} = -0,00005 \cdot S^2 + (0,0167 \cdot h + 0,1418) \cdot S + 3,947 \cdot h + 39,437$

– по повышенной температуре  $\tau_{\text{темп}}^{\text{бл}} = 0,000000065 \cdot S^3 - 0,00035 \cdot S^2 + (0,0514 \cdot h + 0,468) \cdot S + 7,051 \cdot h + 74,357$

**Для нагрузки «Автомобиль; 0.3\*(резина, бензин)+0.15\*(ППУ, искожа ПВХ)+0.1\*эмаль»**

– по потере видимости –  $\tau_{\text{вид}}^{\text{бл}} = 0,000000035 \cdot S^3 - 0,0002 \cdot S^2 + (0,0258 \cdot h + 0,2486) \cdot S + 4,079 \cdot h + 44,604$

– по повышенной температуре  $\tau_{\text{темп}}^{\text{бл}} = 0,000000075 \cdot S^3 - 0,0004 \cdot S^2 + (0,0623 \cdot h + 0,5602) \cdot S + 9,307 \cdot h + 104,58$

где:  $\tau_{\text{вид}}^{\text{бл}}$  - время блокирования эвакуационных выходов критическим значением опасного фактора пожара, с;

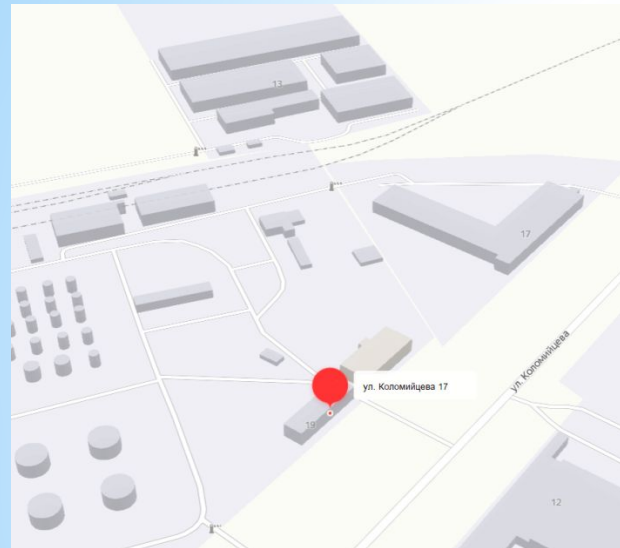
S – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

h – высота помещения, м.

# Исследование динамики ОФП на объекте защиты ООО «Бумфа Групп»

Площадь застройки – 1911,6 м<sup>2</sup>

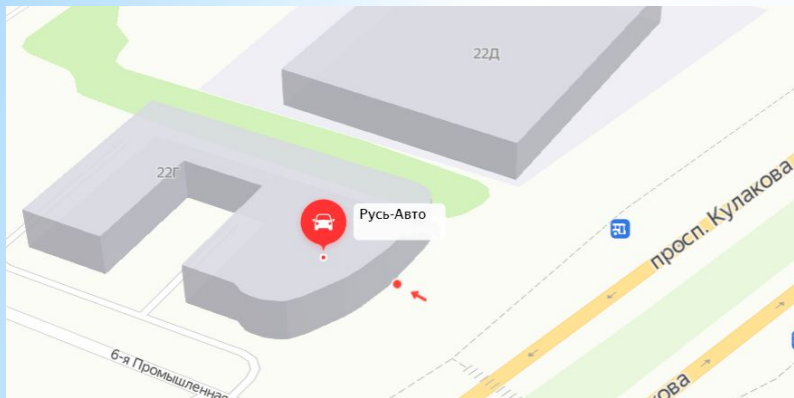
Проектная степень огнестойкости здания – II.  
Класс конструктивной пожарной опасности – С0.



Расч. точка № / Помещение № / Высота раб. зоны	Время блокирования, с.	Необходимое время, с.	По температуре, с.	По потере видимости, с.	По недостатку кислорода, с.	По содержанию углекислого газа, с.	По содержанию угарного газа, с.	По содержанию хлороводоро да, с.
1 / 1 / 1,7 м (очаг)	92,84586	72,676695	106,07985	92,84586	126,1874	600	600	600

# Оценка обеспечения безопасности людей на объекте защиты

## ООО «Русь - авто»



## Проектная степень огнестойкости здания – II. Класс конструктивной пожарной опасности – С0.

### 11. По результатам выездной проверки установлено:

#### по месту: г. Ставрополь, пр-кт. Кулакова, 22 Г

1. На объект защиты не разработана пожарная декларация (ст. 64, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»);
2. На объекте защиты отсутствует техническая документация на системы противопожарной защиты, в том числе технические средства, функционирующие в составе указанных систем (п. 54 постановления Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»);
3. Отсутствуют результаты пуконадзорных испытаний систем противопожарной защиты (п. 54 Правил противопожарного режима в РФ, утвержденных постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479);
4. При эксплуатации средств обеспечения пожарной безопасности сверх срока службы, установленного изготовителем (поставщиком), о возможности дальнейшей эксплуатации правообладатель объекта защиты обеспечивает ежегодное проведение испытаний средств обеспечения пожарной безопасности до их замены в установленном порядке (п. 54 Правил противопожарного режима в РФ, утвержденных постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479);
5. Отсутствует указатели направления движения к источникам противопожарного водоснабжения со светоотражающей поверхностью либо световыми указателями, подключенными к сети электропитания и включенными в ночное время или постоянно, с четко нанесенными цифрами расстояния до их месторасположения (п. 48 Правил противопожарного режима в РФ, утвержденных постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479);
6. В электрощитовой, а также ближе 1 метра от электрощитов, и пусковой аппаратуры размещены легковоспламеняющиеся вещества и материалы (пункт 35 (е) Правил противопожарного режима в Российской Федерации, (утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 г. № 1479));
7. Монтаж автоматических установок пожарной сигнализации и систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре выполнен без проекта (ст. 83 федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»);
8. В некоторых помещениях пожарные извещатели установлены на расстоянии до электросветильников менее 50 см (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 13.3.6 СП 5.13130.2009);
9. В некоторых помещениях пожарные извещатели установлены на расстоянии менее 1 м от выхода систем вентиляции и кондиционирования (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 13.3.6 СП 5.13130.2009);
10. Допускается расстояние между пожарными извещателями и стеной превышать нормативные (4,5м) (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 14.1. СП 5.13130.2009);
11. Формирование сигналов на управление в автоматическом режиме инженерным

оборудованием происходит при срабатывании одного пожарного извещателя (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 14.1. СП 5.13130.2009);

12. Кабельные линии шлейфов АПС и СОУ? не соответствуют требованиям таблицы 2 раздел 6 к ГОСТ 31565-2012 (п. 2 ст. 82 Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» п. 4.9 СП 6.13130.2013);

13. Не происходит отключение системы вентиляции при срабатывании пожарной сигнализации (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 6.24 СП 7.13130.2013);

14. Не оборудовано пожарными извещателями пространства за подвесными потоками Литер Д, Литер В (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 11 таблица А2 СП 5.13130.2009);

15. Не оборудованы системой АПС инструментальное помещение, подсобное помещение мойки, зона приема товаров, почтовое помещение (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», приложение А, п. 4 СП 5.13130.2009);

16. Руководителем организации не проводится не реже 1 раза в 5 лет испытания пожарных лестниц, наружных открытых лестниц, предназначенных для эвакуации людей из зданий и сооружений при пожаре (п. 17 (б) Правил противопожарного режима в РФ, утвержденных постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479);

17. Рассчитать категорию по взрывопожарной и пожарной опасности помещения складского и производственного назначения (п. 12 Правил противопожарного режима в РФ, утвержденных постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479);

18. Двери в лестничную клетку Литера А1 в открытом положении уменьшают требуемую ширину лестничной площадки (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.2 СП 1.13130.2020);

19. В здании отсутствует система противодымной вентиляции (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 7.2, п. 7.3 СП 7.13130.2013);

20. Не обеспечен минимальный расход воды на внутреннее пожаротушение не менее 2,5 л/с на одну струю (п. 3, ст. 4 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», таблица 7.1 п. 7.6 СП 10.13130.2020);

21. Высота в лестничную клетку Литера А1 со второго этажа торговой части шириной менее 1,2 м (фактически 0,73м) и высотой менее 1,9 м (фактически 1,83) (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.2.18, п. 4.2.19 СП 1.13130.2020);

22. Ширина лестничных маршей Литера А1 менее 1,2 м (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.1 СП 1.13130.2020);

23. Ширина эвакуационного выхода из торгового зала 1 этажа менее 1,2 м (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.2.19 СП 1.13130.2020);

24. Допускается переезд воды на пути эвакуации в зоне подготовки и выдачи автомобилей (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.3.5 СП 1.13130.2020);

25. Отсутствует минимальное расстояние уличной автомобильной парковки до здания. Должно быть не менее 10 метров (п. 3, ст. 4, Федерального закона № 123-ФЗ от 22.07.2008г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 6.1.12 СП 4.01.13130.2013);

26. Отсутствует лестничная клетка со 2 этажа здания Литера А 2 (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 7.12 СП 1.13130.2020);

27. Отсутствует в крышной котельной автоматическая пожарная сигнализация, (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент

о требованиях пожарной безопасности» п. А4, приложение А СП 5.13130.2009, п. 4.4 СП 486.1311500.2020);

28. Отсутствует ограждение на кровле (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 7.16 СП 4.13130.2013);

29. В лестничной клетке типа Л1 (Литера А1) отсутствуют на каждом этаже окна открывающиеся изнутри без ключа и других специальных устройств, с площадью остекления не менее 1,2 м<sup>2</sup> (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 5.4.16 СП 2.13130.2020);

30. Отсутствует огнестойкая металлическая козуров лестничных маршей Литера А1 (не менее 850) (таб. № 21 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»);

31. На объекте защиты применена модульная порошковая система АПТ (находится в неработоспособном состоянии) (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 10.1.3 СП 485.1311500.2020);

32. Ограждения лестничных маршей имеют высоту менее 1,2 м (фактически 0,79м) (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.3.5 СП 1.13130.2020);

33. Выход на лестничную клетку Литера А1 со второго этажа торговой части не оборудован дверью с притеснением для самозащиты и уплотнителем в притворах (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.6 СП 1.13130.2020);

34. Зона подготовки и выдачи автомобилей Литера А 1 не отделена от примыкающих офисных помещений и торговой части противопожарными перегородками 2-го типа (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 6.2.10 СП 4.13130.2013);

35. Производственные и складские помещения не отделены перегородками 2-го типа друг от друга и от помещений другого функционального назначения (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 6.2.10 СП 4.13130.2013);

36. Наружная эвакуационная лестница Литера А1 расположена на расстоянии менее 1 м от оконных проемов (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.7 СП 1.13130.2020);

37. Наружная эвакуационная лестница Литера А1 имеет ограждения высотой менее 1,2 м (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.7 СП 1.13130.2020);

38. Высота пути эвакуации в лестничные клетки менее 2,2м (фактически менее 1,8) (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.9 СП 1.13130.2020);

39. Допускается размещение кладовой под лестничным маршем (п. 16 постановления Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации», п. 4.4.9 СП 1.13130.2020);

40. Оборудовать в производственной части здания Литера А противопожарными дверями и окнами в противопожарных перегородках, отсеках встройки с размещением офисных помещений (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 6.1.43 СП 4.13130.2013);

41. Оборудовать электрощитовую Литера А2 противопожарной дверью с пределом огнестойкости (не менее EI30) (ч. 3, ст. 4, Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», п. 4.4.7 СП 1.13130.2020);

42. В окрасочной и помещении ТО Литера А2 дренажная завеса находится

# Оценка обеспечения безопасности людей на объекте защиты

## ООО «Русь - авто»

Расч. точка № / Помещение № / Высота раб. зоны	Время блокирования, мин.	Необходимое время, мин.	По температуре, мин.	По потере видимости, мин.	По недостатку кислорода, мин.	По содержанию углекислого газа, мин.	По содержанию угарного газа, мин.	По содержанию хлороводорода, мин.	По тепловому потоку, мин.
1 / 23-2_1 / 1,7 м (очаг)	<b>0,5494</b>	0,4395	2,8465	2,4151	3,0362	10	3,7519	2,7508	0,5494
2 / 23-2_1 / 1,7 м (очаг)	<b>0,5494</b>	0,4395	2,8465	2,4151	3,0362	10	3,7519	2,7508	0,5494
3 / 25-2_1 / 1,7 м	<b>10</b>	8	10	10	10	10	10	10	10
4 / 22-2_1 / 1,7 м	<b>4,7058</b>	3,7647	4,7912	4,7058	4,8688	10	5,1242	4,7905	10
5 / 23-2_1 / 1,7 м (очаг)	<b>0,5494</b>	0,4395	2,8465	2,4151	3,0362	10	3,7519	2,7508	0,5494
6 / 17-2_1 / 1,7 м	<b>3,5106</b>	2,8085	4,2209	3,5106	4,5121	10	5,0552	4,2158	10

**! Величина индивидуального пожарного риска составляет:  $5,7 \times 10^{-6}$  !**

Расчетная точка	Фактическое (расчетное) время эвакуации ( $t_p$ ) (мин)	Время блокирования ( $t_{бл}$ ) (мин)	Необходимое время ( $t_{бл} \cdot 0,8$ ) (мин)	Время начала эвакуации ( $t_{нэ}$ ) (мин)	Условие $t_p + t_{нэ} \leq 0,8 \cdot t_{бл}$ и $t_{ск} \leq 6$ мин
<b>Точка 1</b>	0,565	0,549	0,44	0,5	Не выполняется
<b>Точка 2</b>		0,549	0,44	0,5	Не выполняется
<b>Точка 3</b>		10	8	0,5	Выполняется
<b>Точка 4</b>		4,706	3,765	0,5	Выполняется
<b>Точка 5</b>		0,549	0,44	0,5	Не выполняется
<b>Точка 6</b>		3,511	2,809	0,5	Выполняется



# Выводы по работе

- 1) рассмотрены основные законодательные и нормативно-правовые акты, в которых содержатся основные требования по обеспечению пожарной безопасности на производственных объектах;
- 2) изложены результаты анализа статистических данных, выявлен основной перечень нарушений ПБ на объектах производственного типа, исследована динамика пожаров и их последствий на территории Ставропольского края;
- 3) проведен обзор методов оценки обеспечения безопасности людей при пожарах;
- 4) изложены порядок выполнения и результаты эксперимента, основной целью которого было исследование динамики ОФП для помещений различной конфигурации
- 5) разработана экспресс-методика определения времени наступления опасных факторов пожара по полевой модели в помещениях площадью от 80 до 2400 м<sup>2</sup> и высотой от 4 до 7 м.



***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!***