

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кемеровский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КемГУ»)**

*На правах рукописи*



**БЕСПЕРСТОВ ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННОГО МЕТОДА  
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ОХРАНОЙ ТРУДА С  
ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ ПЕРСОНАЛА УГОЛЬНЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Специальность: 05.26.01 – Охрана труда (горная промышленность)**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

**на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:  
ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК,  
ДОЦЕНТ ФОМИН А.И.**

**КЕМЕРОВО – 2018**

## Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Анализ и оценка состояния уровня охраны труда на рабочих местах поверхностных объектов предприятий угольной промышленности Кемеровской области.....	12
1.1. Анализ состояния обеспечения безопасности работников на предприятиях угольной отрасли Кузбасса и Российской Федерации .....	12
1.2. Реализация риск-ориентированного подхода по контролю за обеспечением охраны труда и безопасности работников .....	15
1.3. Принцип реализации нормативно-правовых требований в области обеспечения охраны труда и безопасности персонала.....	19
1.4. Анализ охраны труда и безопасности работников, находящихся в поверхностных зданиях и сооружениях угольных предприятий Кемеровской области.....	22
Выводы по главе.....	26
Глава 2. Оценка рисков работников, находящихся в зданиях и сооружениях производственного и непроизводственного назначения предприятий по добыче и переработке угля.....	27
2.1. Принцип подхода к независимой оценке обеспечения безопасных условий труда работников.....	27
2.2. Методика прогноза уровня охраны труда и безопасности работников на основе управления производственными рисками .....	30
2.3. Апробация методики прогнозирования оценки уровня охраны труда и безопасности работников, находящихся на предприятиях угольной отрасли .....	34
Выводы по главе.....	37
Глава 3. Методика управления безопасностью персонала с помощью средств спасения с высоты. Влияние средств спасения на величину индивидуального риска .....	38

3.1. Анализ средств и способов самоспасения работников из зданий технологических комплексов предприятий угольной отрасли .....	38
3.2. Роль структурных подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников предприятий угольной промышленности .....	44
3.2.1. Требования к численности и технической оснащенности подразделений угольного предприятия по охране труда .....	46
3.2.2. Требования к проведению мероприятий по охране труда, связанных с предупреждением травматизма на рабочем месте .....	47
3.2.3. Формирования по обеспечению охраны труда работников угольной отрасли	48
3.3. Влияние опасных производственных факторов на работников с учетом применения средств индивидуальной защиты.....	49
3.4. Влияние средств спасения с высоты на риск гибели персонала при проявлении опасных производственных факторов .....	52
3.4.1. Обеспечение и оценка безопасности персонала на рабочих местах.....	54
3.4.2. Обоснование выбора средств защиты и спасения работников с высоты.....	56
3.4.3. Влияние средств спасения с высоты на охрану труда и безопасность персонала.....	60
3.4.4. Расчет вероятности спасения работников с использованием средств спасения с высоты .....	64
3.4.5. Расчетная величина риска гибели и травмирования работников с учетом вероятности самоспасения .....	67
3.4.6. Обоснование и расчет критериев, влияющих на время и вероятность спасения персонала .....	68
3.4.7. Расчетная величина индивидуального риска средствами спасения работников с высоты.....	71
Выводы по главе.....	73
Глава 4. Математические модели, используемые на предприятиях угольной отрасли для обеспечения охраны труда и безопасности работников .....	74
4.1. Математическая модель способа оценки охраны труда и безопасности работников на предприятиях угольной промышленности .....	75

4.2. Математическая модель обеспечения работников средствами спасения .....	76
4.3. Экспериментальная модель действующего объекта .....	81
4.4. Исследование временных затрат на проведение расчетов по стандартному и предлагаемому способу оценки обеспечения охраны труда и безопасности работников .....	86
4.5. Экономический анализ по обеспечению охраны труда и безопасности работников при оснащении помещений средствами спасения .....	87
Выводы по главе .....	89
Глава 5. Анализ социально-экономической эффективности методики обеспечения охраны труда и безопасности персонала с помощью средств спасения с высоты.	90
Выводы по главе .....	97
Заключение .....	99
Список литературы .....	101
Приложение 1 .....	121

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников на угольных предприятиях при возникновении негативных производственных факторов, относящихся к наиболее опасным техногенным авариям, является неотъемлемой частью создания надлежащих условий трудовой деятельности [1, 2].

В результате проведенных исследований установлено, что всего около 50 % наземных зданий и сооружений угольных предприятий Кемеровской области полностью отвечают требованиям охраны труда работников в части обеспечения их безопасности от воздействия вредных и опасных производственных факторов на рабочих местах.

В настоящее время достаточно часто обсуждается гибель персонала на угольных предприятиях, задействованных в выполнении подземных работ, при этом забывается о возможной гибели работников, находящихся в зданиях и сооружениях наземного комплекса. Большинство указанных зданий, построенных не один десяток лет назад, характеризуются значительным износом строительных и технических конструкций [3, 4, 5]. Данные здания спроектированы и введены в эксплуатацию значительно раньше вступления в силу Федерального закона Российской Федерации «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [6]. Вследствие этого, их невозможно привести к современным требованиям в области обеспечения безопасности без значительных финансовых затрат, что зачастую и экономически нецелесообразно. Оставлять в таком состоянии здания и сооружения также нельзя, так как в них не обеспечивается безопасность условий труда работников, находящихся в производственных и непроизводственных поверхностных зданиях и сооружениях угольных предприятий [7-12].

Фактически не весь персонал находится в равных трудовых условиях [13]. Вместе с тем работодатель обязан обеспечивать безопасные условия труда всех работников, в том числе путем использования средств защиты и спасения [14-17].

В силу стремительного нарастания воздействующих на работников опасных

производственных факторов и невозможности обеспечения безопасности персонала посредством «жестко» определенных нормами систем по обеспечению безопасности объектов, использование средств защиты и спасения является чуть ли не единственным организационно-техническим мероприятием по созданию безопасных условий труда для персонала [18-22].

Значительный вклад в области охраны труда и создания безопасных условий работы на предприятиях угольной отрасли внесли ученые А.О. Андреев, В.Б. Артемьев, А.И. Добровольский, В.А. Галкин, Л.К. Гейхман, В.Н. Захаров, А.М. Игнатова, Н.О. Каледина, А.Б. Килин, В.И. Козлачков, Г.И. Козовой, Ю.А. Кошмаров, И.Л. Кравчук, А.А. Ли, В.В. Лисовский, И.А. Лобаев, А.М. Макаров, И.В. Ставцева, Г.З. Файнбург, А.В. Федоров, А.Ю. Хохлова, К.А. Черный [23-49].

Несмотря на глубину и обширность выполненных теоретических и экспериментальных работ, особую актуальность для обеспечения современных требований охраны труда приобретает создание научно обоснованной методики социальной и экономической оценки эффективности применения средств спасения работников угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий [50].

При существующей низкой защищенности наземных зданий и сооружений предприятий угольной промышленности, выраженной в значительном количестве нарушений в области охраны труда и безопасности, и невозможности их приведения к современным условиям по обеспечению безопасности работников возникла потребность в разработке метода прогнозирования и управления рисками для работников, не успевших эвакуироваться до наступления опасных производственных факторов [51]. Из существующих систем защиты поверхностного комплекса актуальны исследования, направленные на применение средств спасения с высоты по причине их мобильности, также данные средства не относятся к капитальным, дорогостоящим мероприятиям [52].

**Цель работы.** Разработка научно обоснованного метода прогнозирования и управления рисками с применением средств спасения работников поверхностного комплекса угольных предприятий.

**Идея работы.** Снижение расчетной величины индивидуального риска гибели работников поверхностных зданий и сооружений угольных предприятий до допустимого значения путем использования средств спасения с высоты.

**Предмет, объект исследований.** В работе предметом исследования являются средства спасения персонала угольных предприятий с высоты, используемые при возникновении опасных производственных факторов. Объектом исследования является безопасность работников, выраженная в вероятностных критериях наступления неблагоприятных событий (расчетная величина индивидуального риска).

**Основные задачи исследований:**

1. Определить степень влияния на безопасность жизни (здоровья) работников, объектов защиты предприятий угольной промышленности при нарушении требований в области охраны труда.

2. Разработать модель зависимости необходимого количества средств спасения людей с высоты от наступления опасных производственных факторов и технических характеристик устройств самоспасения при возникновении данных факторов в поверхностных зданиях и сооружениях производственного и непромышленного комплекса угольных предприятий.

3. Оценить эффективность применения средств спасения с высоты работников угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий.

**Защищаемые научные положения.**

1. Показателем определения эффективности мероприятий по обеспечению охраны труда работников и объектов защиты угольных предприятий от негативных производственных факторов является вероятностная мера наступления неблагоприятного события, определяемая как потенциальный риск гибели персонала.

2. Введенный коэффициент безопасности охраны труда, основанный на расчетном времени выхода работников из опасной зоны наземных зданий и сооружений угольной отрасли, позволяет определить влияние технических

характеристик средств спасения на расчетную величину индивидуального риска гибели персонала угольной промышленности.

3. Расчетная величина индивидуального риска гибели работников от способа их спасения описывается математически функциональной зависимостью и позволяет оценить охрану труда и безопасность работников с учетом количества применяемых спасательных устройств, а также от физического и психологического состояния персонала.

**Научная новизна работы состоит в следующем:**

- предложена методика по оценке безопасности работников и угольных предприятий при возникновении опасных факторов производства;

- предложен коэффициент, устанавливающий взаимосвязь технических характеристик средств спасения с вероятностью недопущения гибели персонала при возникновении опасных факторов в поверхностных зданиях угольного производства;

- обоснована математическая модель по определению необходимого количества средств спасения от наступления опасных производственных факторов;

- определена вероятность спасения работников в зависимости от вероятностных критериев возможности применения спасательных средств, влияющих на величину индивидуального риска гибели персонала наземного комплекса зданий и сооружений.

**Методы исследований.** В работе применены положения теории вероятности и математической статистики. Используются классические понятия рисков как сочетания вероятности и уровня возможных негативных статистических производственных последствий для работников. В качестве базового метода исследования применена классическая оценка рисков, установленная нормативно-правовыми актами Российской Федерации, а также используются технические характеристики средств спасения, выраженные во времени их подготовки, активации и спуска.

**Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:**

- необходимым и достаточным количеством для статистической обработки материалов о соответствии угольных предприятий требованиям в области охраны труда и безопасности (более 200 поверхностных объектов защиты, расположенных на территориях более 130 угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области);

- соответствием построенных математических моделей фундаментальным положениям теории вероятности;

- согласованностью в расчетах построенной математической модели определения минимально необходимого количества средств спасения, в зависимости от их технических характеристик, параметров зданий и площадей помещений, с практической её апробацией, приведенной в форме экспресс-методики. Так, в построенных функциях определения минимально необходимого количества спасательных устройств коэффициент достоверности аппроксимации принимает значения от 0,995 до 1;

- положительными результатами практического использования разработанного метода по снижению риска гибели работников посредством применения средств спасения на предприятиях по добыче и переработке угля.

**Практическая значимость.** Практическая значимость проведенных исследований заключается в следующем:

1. Разработана методика оценки уровня безопасности персонала и объектов при возникновении опасных производственных факторов, связанных с пожарами, позволяющая установить меру влияния способов и средств обеспечения безопасности (требований, мероприятий) на сохранение жизни и здоровья работников.

2. Дана социальная и экономическая оценка эффективности способов и средств обеспечения безопасности, сохранения здоровья работников угольных предприятий на основе моделирования влияния средств спасения на расчетную величину индивидуального риска гибели работников.

3. Результаты исследований могут использоваться в учебном процессе по направлению подготовки, переподготовки и повышению квалификации работников угольных предприятий по охране труда и безопасности.

#### **Реализация результатов работы.**

Основные научные результаты и рекомендации исследований автора реализованы на угольных предприятиях Кемеровской области АО «Шахта «Заречная» г. Полысаево и ООО «Горная обогатительная фабрика Анжерская» г. Анжеро-Судженска в части обеспечения безопасности персонала с использованием средств спасения с высоты. Результаты исследований были использованы при оценке объектов защиты данных организаций на предмет соответствия их условиям безопасности труда, о чем свидетельствуют акты внедрения.

Разработаны и составлены справочные каталоги выбора средств спасения с высоты в зависимости от их технических характеристик и расчетного времени наступления опасных производственных факторов, с учетом социально-экономической эффективности применения данных средств.

**Апробация работы.** Результаты исследований и основные положения диссертационной работы обсуждались и были одобрены научной общественностью на всероссийских и международных научно-практических конференциях: Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири СИБРЕСУРС 2016» (г. Кемерово, 2016); **Международном издательском холдинге профессиональной периодики «Охрана труда и пожарная безопасность»** (г. Москва, 2016); X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая» (г. Кемерово, 2018); VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, 2018) и др.

**Личный вклад автора заключается в следующем:**

- в проведении анализа и оценки соответствия наземных зданий и сооружений угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области установленным требованиям;
- в разработке методики по оценке уровня безопасности персонала и объектов при возникновении негативных производственных факторов, связанных с пожарами;
- в разработке методики выбора средств спасения работников с высоты в зависимости от технических характеристик данных средств и времени наступления опасных производственных факторов;
- в построении математической зависимости расчетной величины индивидуального риска от технических характеристик средств спасения работников и их количества;
- в разработке социальной и экономической оценки эффективности применения средств спасения работников производственных и непромышленных зданий и сооружений поверхностного комплекса угольных предприятий.

**Публикации.** Всего по теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, в журналах из перечня ВАК - 11.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, изложенных на 129 страницах, содержит 23 рисунка, 10 таблиц, список литературы из 151 наименования. Диссертация включает 1 приложение.

# **ГЛАВА 1. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УРОВНЯ ОХРАНЫ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

## **1.1. Анализ состояния обеспечения безопасности работников на предприятиях угольной отрасли Кузбасса и Российской Федерации**

Определим из статистических данных Российской Федерации, опасность промышленных предприятий, а также угольных предприятий Кемеровской области [18]. Сравним количественные показатели Российской Федерации с опасностями от загораний, произошедшими на территории Кемеровской области, так как на территории данного субъекта расположено наибольшее количество угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий страны.

На территории Российской Федерации за 2017 год произошло 132 406 пожаров, что на 5,07 % ниже уровня 2016 года (139 475). На пожарах погибло 7 782 человека, что на 11,05 % меньше уровня 2016 года (8 749). Травмировано 9 305 человек – 6,06 % по сравнению с 2016 годом. Несмотря на снижение ряда показателей по Российской Федерации к аналогичному периоду прошлого года, наблюдается повышение прямого материального ущерба от пожаров на 5,33 % (2017 – 14,1 млрд руб., 2016 – 13,4 млрд руб.).

Также за 2017 год наблюдается рост количества пожаров по сравнению с 2016 годом по причине неисправности производственного оборудования на 6,75 % (2017 – 522 пожара, 2016 – 489 пожаров). Данные причины пожаров привели к росту пожаров в зданиях и сооружениях производственного назначения на 3,79 % (2017 – 2 795 пожаров, 2016 – 2 693 пожара), а также складского назначения на 7,04 % (2017 – 1 430 пожаров, 2016 – 1 336 пожаров) [18, 19].

На территории Кемеровской области за 2017 год произошло 2 726 пожаров, что на 7,1 % ниже уровня 2016 года (2 935). На пожарах погибло 174 человека, что на 4,4 % ниже уровня 2016 года (182). Травмировано 87 человек – 1,1 % по сравнению с 2016 годом.

Несмотря на снижение ряда показателей по Кемеровской области к аналогичному периоду прошлого года, наблюдается рост количества пожаров по сравнению с 2016 годом на производственных объектах на 26,8 % (2017 – 52 пожара, 2016 – 41 пожар).

Статистические данные по пожарам за последние 10 лет, в том числе на производственных объектах, предприятиях угольной промышленности, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Статистические данные по пожарам за 2008-2017 гг.

Год / Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Общее количество пожаров, тыс. шт.	202,1	187,6	179,5	168,5	162,9	153,1	152,7	145,7	139,4	132,4
Пожары на производственных объектах, тыс. шт.	6,4	4,3	4,2	3,8	3,4	3,1	3,1	2,9	2,7	2,8

Согласно статистическим данным по пожарам как в Российской Федерации, так и в Кемеровской области наибольшее количество их возникновения, после жилого фонда, происходит на объектах промышленного назначения, а также в складских зданиях и сооружениях.

Значительный процент работников угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий подлежит обучению охране труда, промышленной и пожарной безопасности непосредственно на этих предприятиях. Гибель работников угольной отрасли приводит не только к социальному ущербу для государства, но и к экономическому.

Значительный рост количества пожаров на территории Кемеровской области отмечен на производственных объектах. Статистические данные подтверждают необходимость обращения особого внимания на охрану труда, противопожарную защиту производственных объектов, а также разработки дополнительных мероприятий по обеспечению условий охраны труда работающего населения.

Для Кемеровской области характерны производственные объекты, связанные с угледобычей и углепереработкой. Так, на территории Кузбасса расположено больше угольных предприятий, чем на всей территории Российской Федерации. Значительные запасы угля в недрах рассматриваемого субъекта послужат дальнейшим развитием Кузнецкого угольного бассейна, обеспечат энергетическую безопасность России. В перспективе рассматривается развитие существующих предприятий угольной промышленности, а также строительство новых угольных разрезов, шахт, обогатительных фабрик, предприятий по глубокой переработке угля.

В связи с развитием промышленного сектора экономики необходимо помнить о безопасности работников, задействованных как на основном производстве, так и во вспомогательных службах предприятий по добыче и переработке угля. Но прежде чем разрабатывать мероприятия по обеспечению охраны труда работников угольной отрасли, необходимо оценить объекты поверхностного комплекса на соответствие установленным требованиям в области безопасности персонала.

Хотелось бы обратить внимание на то, что наиболее всеохватывающие оценки поверхностных объектов в настоящее время реализованы федеральными государственными надзорами, так как угольные предприятия относятся к категории значительного риска и подлежат обязательным проверкам надзорными органами, в соответствии с критериями категорий риска при реализации риск-ориентированного подхода по организации и осуществлению надзора за обеспечением безопасности работников [53-66].

Вместе с этим должностные лица, эксплуатирующие предприятия угольной промышленности, самостоятельно формируют статистические данные о пожарах, произошедших на подведомственных объектах, которые впоследствии передаются в МЧС России для подготовки государственной статистической отчетности [67].

Данный порядок позволяет недобросовестным организациям скрывать истинную ситуацию, связанную с пожарами на объекте, что приводит к

искажению статистических данных и не позволяет оперативно и адекватно реагировать на них. Так, согласно представленным сведениям предприятий угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности на угольных предприятиях Кузбасса в 2016 году произошло 6 пожаров с ущербом 488 тыс. рублей, в 2017 году – 8 пожаров с ущербом 70 млн 247 тыс. рублей. Как мы видим, статистические данные не утешительные. Проблема усугубляется значительным количеством нарушений в области охраны труда и пожарной безопасности, имеющих в зданиях и сооружениях наземного комплекса угольного производства.

## **1.2. Реализация риск-ориентированного подхода по контролю за обеспечением охраны труда и безопасности работников**

В настоящее время надзорные органы Российской Федерации, в том числе в области охраны труда, реформируются в части изменения подходов к организации проверок. В целях оптимизации финансово-экономических затрат на проверки законодательными актами введен риск-ориентированный подход при планировании проверок [68].

Модель риск-ориентированного подхода была разработана профессором Лондонской школы экономики и политических наук Дж. Блэком. Согласно данной модели риск-ориентированный подход делится на 2 вида – статический и динамический. При динамическом подходе результаты проверок при категорировании объектов учитываются, а при статическом – не учитываются [63, 69].

При реализации риск-ориентированного подхода в Российской Федерации осуществляется выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю с учетом возможного социально-экономического ущерба в результате действий (бездействий) юридического или физического лица [59].

В настоящее время контроль за соблюдением правил охраны труда и за обеспечением безопасности работников осуществляется на основе риск-ориентированного подхода [55]. В целях применения данного подхода, используемые юридическими и физическими лицами объекты, являющиеся объектами защиты, подлежат отнесению к одной из категорий риска с учетом их классификации по функциональной промышленной опасности [12, 55, 70].

Объект защиты – здание или сооружение физического или юридического лица (включая объекты, расположенные на территориях поселений, а также здания, сооружения, транспортные средства, технологические установки, оборудование, агрегаты, изделия и иное имущество), к которым установлены или должны быть установлены требования охраны труда и безопасности персонала от отравления и травмирования [70]. В свою очередь, здания, сооружения, отсеки и части зданий, сооружений (помещения или группы помещений, функционально связанные между собой) подразделяются по классу функциональной опасности в зависимости от их назначения, а также от возраста, физического состояния и количества персонала, находящихся в здании (сооружении).

С учетом вышеизложенного на территории одного предприятия могут располагаться несколько объектов различных классов функциональной опасности. Как следствие, в отношении таких предприятий должны проводиться плановые проверки с различной периодичностью по каждому зданию и сооружению с учетом их функционального назначения. Данные обстоятельства приведут к увеличению количества и времени проверок, что негативно повлияет на оптимизацию использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов и, как следствие, приведет к увеличению издержек юридических и физических лиц, т. е. не на должном уровне будет наблюдаться ослабление избыточных административных барьеров со стороны государства.

В целях решения вышеизложенной проблемы необходимо гармонизировать понятие объекта как предприятия и объекта защиты, как здания или сооружения, имеющего класс функциональной опасности. Необходимо выработать порядок отнесения предприятий угольной промышленности (шахт, разрезов,

обогачительных фабрик) к соответствующей категории риска с учетом расположения на них 2-х и более объектов различных классов функциональной опасности.

Законодательством Российской Федерации в части выбора периодичности проведения плановых проверок определен ряд критериев отнесения объектов защиты к соответствующим категориям риска, таких как функциональное назначение объектов, их опасность, численность пребывающих работников и высота (этажность) строения.

Вместе с тем формы и продолжительность проведения мероприятий по надзору за соблюдением предприятиями требований в области охраны труда и обеспечения безопасности с учетом риск-ориентированного подхода не регламентированы. Не учтены наиболее опасные производственные факторы, риски, условия обеспечения безопасности работников на объекте защиты, количество и время пребывания персонала в зданиях, объемно-планировочные решения зданий и сооружений, имеющиеся нарушения требований в области обеспечения безопасности труда, организационный и технический характер предъявляемых требований и т. д.

В целях решения проблем, возникших перед государственными надзорными органами по контролю за безопасностью условий трудовой деятельности работников при реализации риск-ориентированного подхода, необходимо проделать значительную работу в законодательных и нормативно-правовых актах, регламентирующих требования и условия соответствия объекта защиты. Предусмотреть законодательными актами Российской Федерации, регламентирующими организацию надзорной деятельности, планирование предприятий угольной промышленности по наиболее опасным объектам, расположенным на их территории. Планировать проверки из наилучших возможных условий, произошедших при возникновении опасных производственных факторов [71].

В соответствии с нормативно-правовыми актами Российской Федерации проверки осуществляются органами надзора в выездной форме. Данное

ограничивает возможности организаций в части проведения проверки в документальной форме и предоставления документов без выделения дополнительного времени на присутствие при визуальном осмотре объекта защиты [71]. Присутствие при проверках представителей организации отвлекает от основного вида деятельности, наносит материальный ущерб предприятию. Как следствие, необходимо предусмотреть документальные проверки.

Законодательно определена продолжительность проверок с учетом отнесения организаций к малым и средним предприятиям. Срок проведения проверок не может превышать 20 рабочих дней [53]. Правительством Российской Федерации в отношении отдельных видов государственного надзора может быть установлен сокращенный срок проведения проверки в случае, если деятельность юридического лица, индивидуального предпринимателя и используемые ими производственные объекты отнесены к определенной категории риска, определенному классу опасности [72]. Таким образом, законодательством предусмотрено варьирование продолжительности проверок с учетом риск-ориентированного подхода к мероприятиям по проверкам, но подзаконные акты отсутствуют. В настоящее время не приняты требования в части, касающейся порядка сокращения проведения проверок с учетом категории риска объектов.

В целях устранения возникших вышеприведенных препятствий при реализации риск-ориентированного подхода по осуществлению государственного надзора за выполнением требований по охране труда, промышленной и пожарной безопасности, необходимо дополнить постановления Правительства Российской Федерации критериями, влияющими на продолжительность проверок [68]. Данные критерии должны быть основаны на выводе об оценке соответствия объекта установленным требованиям в соответствующих сферах деятельности. Государственные надзорные органы являются не единственной формой подтверждения соответствия объекта, вследствие чего у поднадзорных объектов существует альтернатива выбора других форм подтверждения соответствия без вмешательства государства, т. е. государственным надзорам нет необходимости в использовании всего времени проверки, установленного законодательством, при

наличии таких форм оценок, как декларирование или независимая оценка риска. В данном случае достаточно проведения документарной проверки с минимальными временными затратами, необходимыми лишь на проверку декларации или заключения.

Как мы видим, работа по реализации риск-ориентированного подхода не завершена. Необходимо дальнейшее развитие и применение данной системы для всех видов надзора Российской Федерации. Актуальна разработка дополнительных, доступных для широкого круга работников критериев отнесения объектов к той или иной категории риска. Применение риск-ориентированного подхода должно иметь адресный характер для соответствующего вида государственного надзора.

### **1.3. Принцип реализации нормативно-правовых требований в области обеспечения охраны труда и безопасности персонала**

В настоящее время одной из основных проблем при приведении объекта в безопасное состояние является весомое количество нормативной документации, большая часть которой несет рекомендательный характер. Например, в области безопасности действуют более чем 1,5 тысячи нормативных документов, которые продолжают действовать с вступлением в законную силу технического регламента о требованиях безопасности [6]. Это система стандартов безопасности труда (ГОСТы), нормативные документы в строительстве (СНиПы, СП, РД, ВСН, ТСН), нормы и правила Российской Федерации, а также различные ведомственные правила и инструкции [73].

Значительное количество нормативно-правовых актов Российской Федерации, регламентирующих требования в области охраны труда и безопасности, привело к ряду нормативно-технических коллизий, трактующих неоднозначность предъявляемых требований. Вместе с этим данными актами не предусмотрены различные пути выполнения требований в области безопасности, а также различные варианты исчерпывающих оценок соответствия объектов

требованиям в области защиты зданий и сооружений от негативных производственных факторов.

Следует отметить, что с марта 2009 года введены в действие своды правил, являющиеся нормативными документами в области стандартизации добровольного применения [74-85]. Данные своды правил разработаны в соответствии с Техническим регламентом о требованиях безопасности зданий и сооружений, в котором изложены обязательные требования [6, 15]. Принцип построения документации, действующей на обязательной и добровольной основе, позволил значительно облегчить работу по обеспечению охраны труда и безопасности объектов.

В соответствии с требованиями, установленными современными условиями развития страны, нормативно-правовые и нормативно-технические акты Российской Федерации, регламентирующие требования в области безопасности, прошли соответствующие экспертизы и процедуру перерегистрации.

С целью обеспечения выполнения положений Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.04.2009 № 1573 утвержден Перечень национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований по безопасности персонала [12, 15].

Данные документы содержат нормы, которые, в связи со вступлением в силу технического регламента о требованиях безопасности, носят рекомендательный характер [15]. Данным техническим регламентом установлены минимально необходимые требования безопасности для обеспечения защиты жизни и здоровья работников.

В результате проведенного технического регулирования в области охраны труда и безопасности законодательные и нормативно-правовые акты Российской Федерации с требованиями безопасности приняли вид структурированной иерархичности. Прослеживается последовательная связь от Конституции Российской Федерации, обладающей наивысшей юридической силой, до

нормативно-правовых актов Федеральных органов исполнительной власти. Федеральный закон Российской Федерации «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» является связующим звеном между законодательными и нормативными актами Российской Федерации, принятыми в целях исполнения конституционных и трудовых прав работников по обеспечению их безопасности [86].

Порядок реализации основополагающих законодательных и нормативно-правовых актов требованиям в области безопасности трудовых факторов, связанных с пожарами, представлен в виде блок-схемы (рисунок 1.3.1).

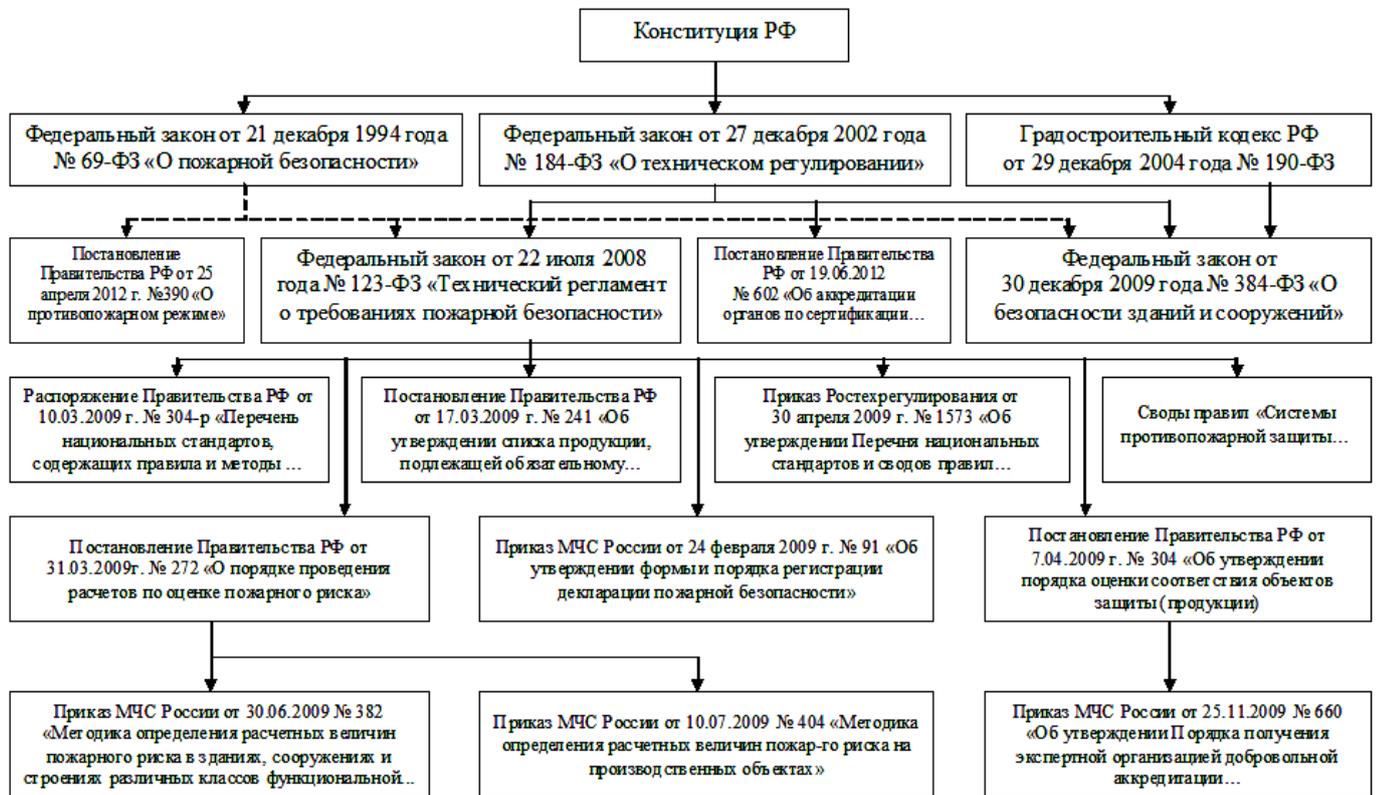


Рисунок 1.3.1 – Блок-схема порядка реализации основополагающих законодательных и нормативно-правовых актов в части требований в области безопасности трудовых факторов, связанных с пожарами

Из сфер применения законодательных и нормативно-правовых актов Российской Федерации, регламентирующих требования по обеспечению безопасности персонала и производственных объектов, следует, что соблюдение норм актуально не только для зданий и сооружений, но и для обеспечения

персоналом соответствующего режима [22, 70]. Принципы реализации требований охраны труда и безопасности направлены на недопущение и (или) снижение социально-экономических потерь от опасных производственных факторов.

Несмотря на то, что министерствами и ведомствами проведена значительная работа по гармонизации норм с международными стандартами, а также по устранению нормативно-технических коллизий, данная деятельность продолжается в связи с необходимостью устранения избыточных нормативных барьеров на пути развития торговых и производственных отношений [73, 86, 87].

#### **1.4. Анализ охраны труда и безопасности работников, находящихся в поверхностных зданиях и сооружениях угольных предприятий Кемеровской области**

Рассмотрим наиболее подробно современное состояние зданий угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кузбасса на предмет соответствия их требованиям безопасности. Оценка безопасности поверхностных зданий и сооружений угольной промышленности Кемеровской области проводилась посредством осуществления федерального государственного надзора более чем на 130 предприятиях угольной промышленности Кузбасса [51].

Распределение зданий и сооружений I-II степеней огнестойкости угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области по количеству этажей можно представить в виде диаграммы (рисунок 1.4.1).



Рисунок 1.4.1 – Диаграмма распределения зданий и сооружений I-II степени огнестойкости

Распределение зданий и сооружений III-IV степеней огнестойкости угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области по количеству этажей изображено на рисунке 1.4.2.



Рисунок 1.4.2 – Диаграмма распределения зданий и сооружений III-IV степеней огнестойкости

Сооружения угольных предприятий (обоганительные фабрики, галереи, эстакады, угольные башни и т. д.) составляют порядка 40 % от общего количества зданий и сооружений.

Из диаграмм, представленных на рисунках 1.4.1, 1.4.2, преимущественное количество зданий и сооружений относятся к I-II степеням огнестойкости. Наибольшее количество зданий всех степеней огнестойкости 2 и 3-этажные.

Общее количество зданий и сооружений I-IV степеней огнестойкости и соответствие их требованиям безопасности угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области по количеству этажей представлено в виде диаграммы (рисунок 1.4.3).

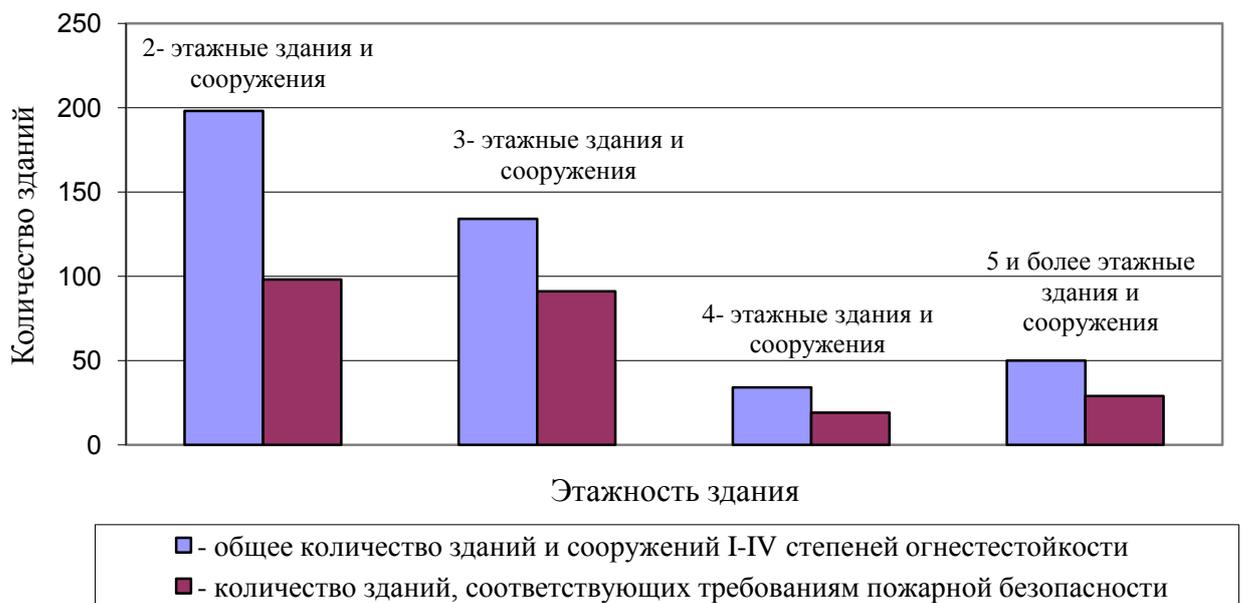


Рисунок 1.4.3 – Диаграмма общего количества зданий и сооружений I-IV степеней огнестойкости и соответствие их требованиям безопасности

Общее количество зданий и сооружений I-II степеней огнестойкости и соответствие их требованиям безопасности угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области по количеству этажей можно представить в виде следующей диаграммы (рисунок 1.4.4).

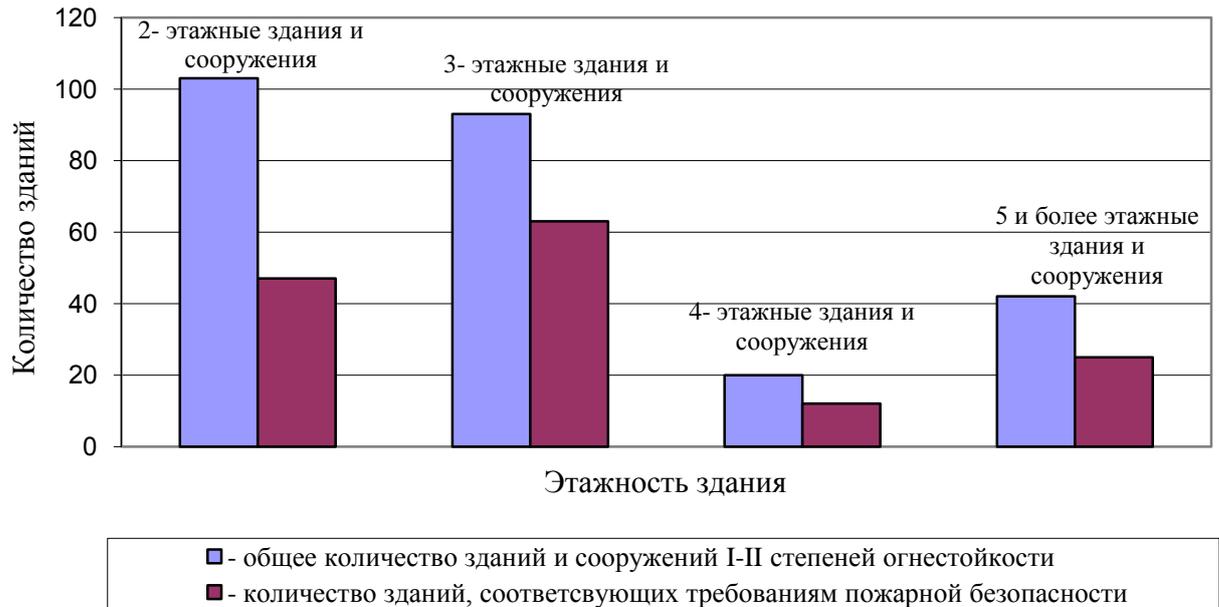


Рисунок 1.4.4 – Диаграмма общего количества зданий и сооружений I-II степеней огнестойкости и соответствие их требованиям безопасности

Общее количество зданий III-IV степени огнестойкости и соответствие их требованиям безопасности угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области по количеству этажей указано на рисунке 1.4.5.

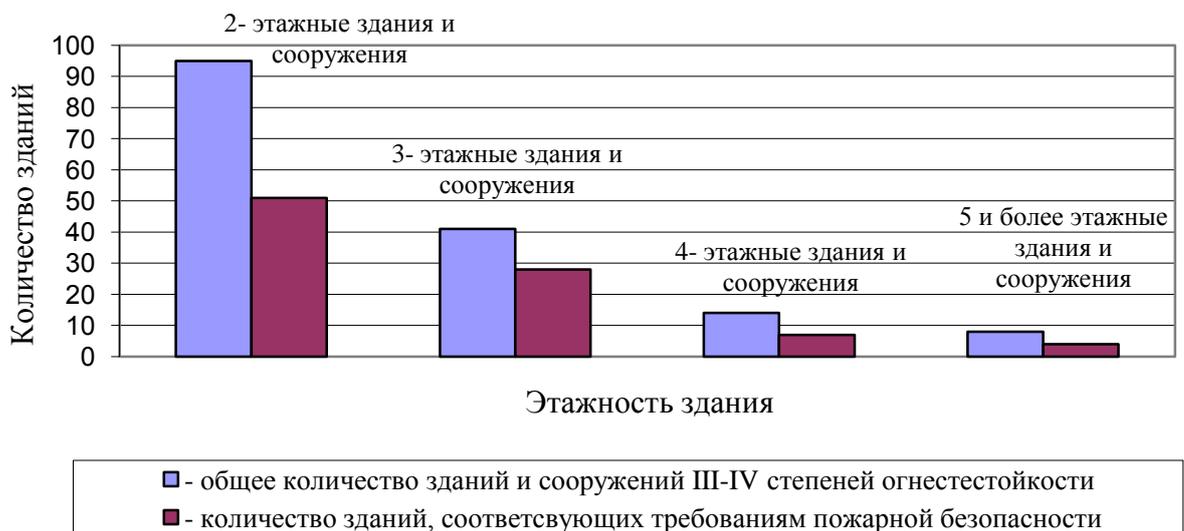


Рисунок 1.4.5 – Диаграмма общего количества зданий и сооружений III-IV степеней огнестойкости и соответствие их требованиям безопасности

Из вышеизложенного следует, что существующие здания и сооружения угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий не всегда имеют I-II степени огнестойкости (железобетонные стены и перекрытия), а зачастую они имеют деревянные и пустотные стены и перекрытия, что позволяет отнести их к III-IV степеням огнестойкости [51, 52, 88-91].

Из представленных диаграмм следует, что только около 50 % поверхностных зданий и сооружений угольных предприятий Кемеровской области соответствуют требованиям по обеспечению охраны труда и безопасности работников от внешних опасных производственных факторов связанных с пожарами. Данная оценка по обеспечению требований по охране труда и безопасности проводилась в форме государственного надзора, из чего следует, что к половине промышленных предприятий Кузбасса приняты «карательные» меры по пресечению выявленных нарушений государственными инспекторами.

### **Выводы по главе**

В целях недопущения излишних административных барьеров на пути развития предприятий угольной промышленности, в связи со сложностью реализации нормативно-правовых и технических актов по обеспечению здоровых и безопасных условий труда, промышленной и пожарной безопасности и отсутствием их адресности необходимо развитие оценки безопасности, альтернативной государственным надзорным органам. В качестве данной оценки может быть использована независимая оценка рисков, реализация которой в настоящее время предусмотрена законодательством.

## **ГЛАВА 2. ОЦЕНКА РИСКОВ РАБОТНИКОВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ДОБЫЧЕ И ПЕРЕРАБОТКЕ УГЛЯ**

В связи со вступлением Российской Федерации во всемирное торговое объединение возникла необходимость единого подхода к оценке продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров, в связи с чем появилось понятие «подтверждение соответствия» [15, 92].

В настоящее время оценка соответствия объектов защиты проводится в виде различных форм, к которым относятся, в том числе независимая оценка риска (аудита безопасности) и федеральный государственный надзор [12].

Из существующих форм оценок соответствия наиболее подробно рассмотрим независимую оценку рисков, так как в данную оценку могут входить другие формы оценок [91-94].

### **2.1. Принцип подхода к независимой оценке обеспечения безопасных условий труда работников**

Независимая оценка риска (аудит безопасности) включает всестороннюю оценку соответствия объекта защиты установленным требованиям в области охраны труда и безопасности на основе проведения расчетов рисков.

В настоящее время порядок проведения расчетов по оценке риска определяется постановлением Правительства Российской Федерации от 31.03.2009 № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке риска», которым утверждены «Правила проведения расчетов по оценке риска» [95].

Определение расчетных величин риска проводится по методикам, утверждаемым нормативно-правовыми актами Российской Федерации [94].

При решении комплексных вопросов безопасности широко применяется методология риска, основу которой составляет определение последствий и вероятности нежелательных событий. Используя количественные показатели риска, можно измерять потенциальную опасность и сравнивать опасности различной природы. При этом в качестве показателей опасности обычно применяют индивидуальный или социальный риск гибели людей (в общем случае причинение определенного ущерба). Количественное выражение опасности позволяет сделать выводы о приемлемости опасности или необходимости принятия мер по ее снижению.

Отсюда следует, что «абсолютной» безопасности (отсутствия всякой опасности) какой-то системы (объекта защиты) добиться в реальном мире невозможно в принципе. Это объясняется как перманентной неполнотой и относительностью научных представлений об опасностях и рисках, так и ограниченными инженерно-техническими и экономическими возможностями общества.

Систематическое изучение производственных рисков относится к началу 1990 годов. Впервые определение производственного риска, связанного с загораниями было введено Н.Н. Брушлинским в 1999 году и имело следующую терминологию: риск – количественная характеристика возможности реализации опасности (и ее последствий), измеряемая, как правило, в соответствующих единицах [96].

В Федеральном законе Российской Федерации «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» даны следующие определения:

Риск – мера возможности реализации опасности объекта защиты и ее последствий для персонала и материальных ценностей.

Безопасность – состояние объекта защиты, при котором значения всех рисков не превышает их допустимый уровень [12].

Кроме вышперечисленных рисков можно рассматривать риски травмирования при реализации деятельности работников, как персонала, так и ответственных за охрану труда и безопасность персонала, причем возможна

детализация рисков по видам травм; риски возникновения опасных производственных факторов по различным причинам; риски возникновения и развития опасных факторов в зданиях различного назначения, различной этажности, разной степени огнестойкости и прочие [97].

В Федеральном законе Российской Федерации «Технический регламент о требованиях безопасности зданий и сооружений» перечислены следующие виды рисков:

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

Социальный риск – степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия опасных производственных факторов.

Индивидуальный риск – риск, который может привести к гибели персонала в результате воздействия опасных факторов [12].

Таким образом, понятий рисков существует много, и все их нужно уметь анализировать для успешного противостояния производственной опасности.

Риски, во-первых, характеризуют возможность реализации опасности и, во-вторых, содержат оценки возможных последствий, а также обстоятельств, способствующих развитию негативных производственных факторов.

Следовательно, при их определении необходимо знать частотные характеристики возникновения опасных производственных факторов на том или ином объекте, а также предполагаемые размеры его социальных, экономических и экологических последствий, обусловленных разными обстоятельствами.

Отсюда следует, что во многих случаях риски можно оценивать статистическими или вероятностными методиками, но в ряде случаев могут потребоваться и иные методики, в частности предлагаемая в следующем разделе методика оценки уровня безопасности работников и объектов на основе управления рисками [98].

## 2.2. Методика прогноза уровня охраны труда и безопасности работников на основе управления производственными рисками

В соответствии с нормативно-правовыми актами Российской Федерации порядок реализации методики по достижению необходимого уровня безопасности персонала и объектов угольной промышленности представлен в виде схемы (рисунок 2.2.1)

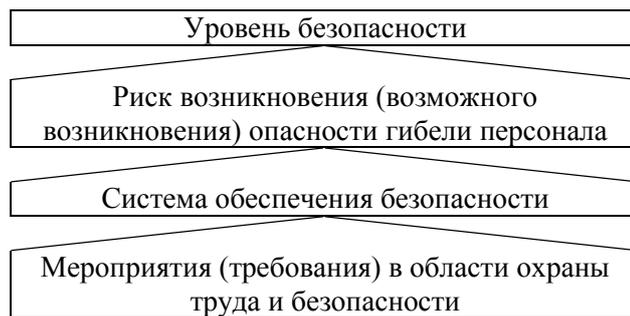


Рисунок 2.2.1 – Схема реализации методики по достижению необходимого уровня безопасности работников

Требованиями (мероприятиями) безопасности являются специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения охраны труда и безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом [1].

Система обеспечения безопасности предприятий угольной промышленности включает в себя систему предотвращения производственных опасностей, систему защиты и комплекс организационно-технических мероприятий. Для различных систем обеспечения охраны труда и безопасности применимы соответствующие требования безопасности.

Под риском  $R$  понимается количественная характеристика опасности, определяемая частотой реализации опасностей. Это отношение числа неблагоприятных последствий (количество возникших неблагоприятных производственных факторов на объектах защиты, гибели или травмирования работников), вызванных действием на персонал конкретной опасности ( $N$ , шт.,

чел.), к их возможному числу (количество объектов, работников) за определённый период ( $Q$ , шт., чел.) [4].

В свою очередь, система предотвращения опасных факторов влияет на риск их возникновения ( $R_{п}$ ), а система защиты влияет на риск гибели (травмирования) работников ( $R_{г}$ ). Комплекс организационно-технических мероприятий влияет как на риск возникновения негативных производственных факторов, так и на риск гибели (травмирования) персонала.

С учетом общих понятий можно выделить статистический (фактический) и потенциальный риски возникновения производственных ситуаций, связанных с опасными производственными факторами и гибели (травмирования) персонала.

Статистический (фактический) риск возникновения негативной производственной ситуации  $R_{п \text{ факт}}$  и гибели персонала  $R_{г \text{ факт}}$  можно представить в следующем виде:

$$R_{п \text{ факт}} = \frac{N_{п}}{Q_{о}}, \quad (3.2.1)$$

где  $N_{п}$  – количество негативных производственных ситуаций, шт.;

$Q_{о}$  – количество объектов, шт.

$$R_{г \text{ факт}} = \frac{N_{р}}{Q_{р}}, \quad (3.2.2)$$

где  $N_{р}$  – количество погибших (травмированных) работников, чел.;

$Q_{р}$  – общее количество работников на объектах, чел.

Потенциальный риск возникновения негативной производственной ситуации  $R_{п \text{ потенц}}$  и гибели работников  $R_{г \text{ потенц}}$  представлен следующим образом:

$$R_{п \text{ потенц}} = \frac{N_{о \text{ пп}}}{Q_{о}}, \quad (3.2.3)$$

где  $N_{о \text{ пп}}$  – количество объектов с отсутствующей (неисправной) системой предотвращения негативных производственных факторов и (или) комплексом организационно-технических мероприятий, шт.;

$Q_{о}$  – количество объектов, шт.

$$R_{г\text{ потенц}} = \frac{N_{р\text{ пз}}}{Q_p}, \quad (3.2.4)$$

где  $N_{р\text{ пз}}$  – количество работников на объектах с отсутствующей (неисправной) системой производственной защиты и (или) комплексом организационно-технических мероприятий, шт.;

$Q_p$  – общее количество работников на угольных предприятиях, чел.

Риск – сочетание возможности и последствий наступления неблагоприятных событий. Знание вероятности неблагоприятного события позволяет определить вероятность благоприятных событий по формуле  $P_+ = 1 - P_-$ . В свою очередь, вероятность – степень (относительная мера, количественная оценка) возможности наступления некоторого неблагоприятного события [98].

В теории вероятности и математической статистики понятие вероятности формализуется как числовая характеристика события – вероятностная мера (или её значение) на множестве событий (подмножеств множества элементарных событий), принимающая значения от 0 до 1. Значение 1 соответствует достоверному событию. Невозможное событие имеет вероятность 0. Если вероятность наступления события равна  $p$ , то вероятность его ненаступления равна  $1 - p$  [5].

Уровень безопасности по мероприятиям, направленным на предупреждение возникновения опасных производственных факторов, принимает значения от 1 до 0, где 1 – уровень безопасности объекта соответствует предъявляемым требованиям.

Уровень безопасности по мероприятиям, направленным на предупреждение гибели (травмирования) персонала, принимает значения от  $10^{-6}$  до 0, где  $10^{-6}$  – уровень безопасности людей соответствует предъявляемым требованиям [12].

Значение уровня обеспечения охраны труда и безопасности людей отличается от объекта, так как допустимое нормативное значение риска гибели персонала составляет  $10^{-6}$  в год [12].

С учетом вышеизложенного можно сделать следующие выводы по оценке

соответствия объекта требованиям безопасности при их загорании.

При условии  $R_{п \text{ потенц}} > R_{п \text{ фактич}}$  мероприятия по обеспечению безопасности выполняются, имеющиеся нарушения требований по обеспечению безопасности не влияют (малозначительно влияют) на состояние объекта. Если  $R_{п \text{ потенц}} < R_{п \text{ фактич}}$  мероприятия по обеспечению безопасности не выполняются, имеющиеся нарушения требований безопасности на предприятии отрицательно влияют на безопасное состояние объекта.

В свою очередь, при условии  $10^{-6} > R_{г \text{ потенц}} > R_{г \text{ фактич}}$  мероприятия по обеспечению безопасности работников выполняются, имеющиеся нарушения, направленные на обеспечение безопасности персонала, влияют на их безопасность, на приемлемом уровне. В случае, если  $10^{-6} < R_{г \text{ потенц}} < R_{г \text{ фактич}}$ , мероприятия по обеспечению безопасности работников не выполняются, имеющиеся нарушения отрицательно влияют на безопасность персонала.

Как мы видим, приведенная методика позволила связать мероприятия (систему обеспечения охраны труда и безопасности) с возможным и фактическим риском возникновения опасных производственных факторов и гибели (травмирования) работников на них.

Применение данной методики оценки уровня безопасности на объекте возможно не только для их собственников, но и для органов, осуществляющих оценку соответствия объекта установленным требованиям в области охраны труда и безопасности, в том числе для органов государственных надзоров. Для данных структур появилась возможность планирования проверок объектов с учетом статистических (фактических) рисков возникновения опасных производственных факторов и гибели работников с последующей оценкой своих действий в отношении данных объектов, сопоставляя возможные (потенциальные) риски со статистическими (фактическими). Также данная методика проста в применении, в ней отсутствуют сложные математические расчеты, требуется минимальное количество необходимых данных.

С учетом вышеизложенного, ранее представленную схему 1 (рисунок 2.2.1) можно представить в виде схемы (рисунок 2.2.2).

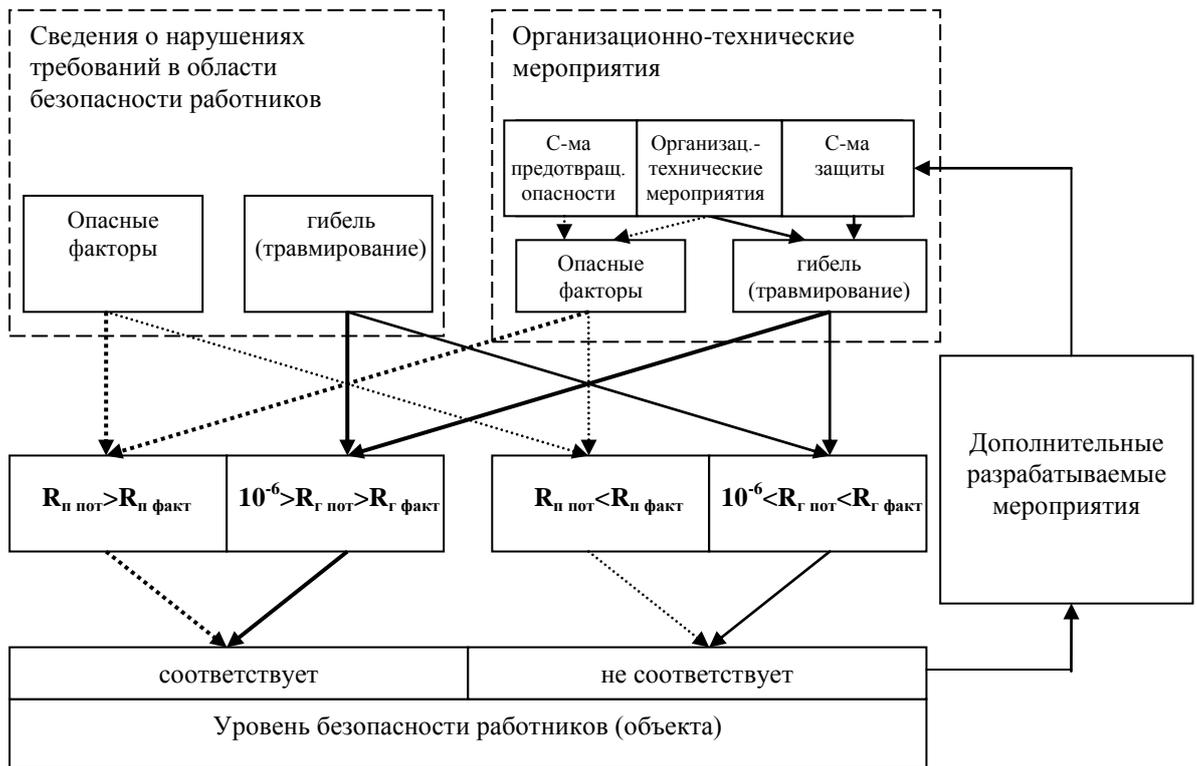


Рисунок 2.2.2 – Схема реализации необходимого уровня безопасности, с учетом потенциального и фактического риска возникновения опасных производственных факторов, гибели (травмирования) работников

### 2.3. Апробация методики прогнозирования оценки уровня охраны труда и безопасности работников, находящихся на предприятиях угольной отрасли

С учетом данных официального статистического учета негативных производственных факторов, связанных с загораниями и их последствий, произошедших на угольных предприятиях Кемеровской области за 2017 год, сведений о количестве объектов Кузбасса, в отношении которых осуществляется федеральный государственный надзор, и сведений по применению административного законодательства по объектам надзора за 2017 год для наглядности рассмотрим оценку уровня безопасности объектов, рассматриваемого функционального назначения.

За 2017 год надзорными органами Кемеровской области проведена оценка на соответствие требованиям безопасности 195 объектов угольных предприятий.

При оценках установлено, что в 96 зданиях и сооружениях выявлены нарушения требований в области охраны труда и безопасности в части недостаточности систем предотвращения опасных производственных факторов, защиты и невыполнения комплекса организационно-технических мероприятий.

За 2017 год на территории Кемеровской области произошло 8 ситуаций, которые привели к загораниям на объектах угольной промышленности Кузбасса, что составляет 15,4 % от общего количества подобных ситуаций, произошедших на рассматриваемых предприятиях производственного назначения. На данных объектах гибель и травмирование работников не допущено.

Статистический (фактический) риск возникновения опасных производственных факторов  $R_{п \text{ факт}}$  и гибели персонала  $R_{г \text{ факт}}$  в зданиях и сооружениях угольных предприятий Кемеровской области рассчитывается следующим образом:

$$R_{п \text{ факт}} = \frac{N_{п}}{Q_{о}} = \frac{8}{195} = 4,1 \cdot 10^{-2},$$

где  $N_{п}$  – количество ситуаций, которые привели к загораниям, возникших в зданиях и сооружениях угольной промышленности Кемеровской области за 2017 год;

$Q_{о}$  – количество зданий угольной промышленности, расположенных на территории Кемеровской области.

$$R_{г \text{ факт}} = \frac{N_{р}}{Q_{р}} = \frac{0 (0)}{12500} = 0 (0),$$

где  $N_{р}$  – количество погибших (травмированных) работников при опасных производственных факторах, связанных с загораниями, возникшими в зданиях и сооружениях предприятий угледобывающей и углеперерабатывающей промышленности Кемеровской области за 2017 год;

$Q_{р}$  – общее количество работников в зданиях и сооружениях угольных предприятий, расположенных на территории Кемеровской области.

Возможный (потенциальный) риск возникновения опасных производственных факторов, связанных с загораниями  $R_{п \text{ потенц}}$  и гибелью людей

$R_{\Gamma \text{ потенц}}$  в зданиях и сооружениях угольных предприятий Кемеровской области рассчитывается следующим образом:

$$R_{\Gamma \text{ потенц}} = \frac{N_{\text{о пп}}}{Q_{\text{о}}} = \frac{78}{195} = 4,0 \cdot 10^{-1}$$

где  $N_{\text{о пп}}$  – количество зданий с отсутствующими (неисправными) системами предотвращения негативных производственных ситуаций, а также комплексом организационно-технических мероприятий;

$Q_{\text{о}}$  – количество зданий угольных предприятий, расположенных на территории Кемеровской области.

$$R_{\Gamma \text{ потенц}} = \frac{N_{\text{р пз}}}{Q_{\text{р}}} = \frac{7488}{12500} = 6,0 \cdot 10^{-1},$$

где  $N_{\text{р пз}}$  – количество работников в рассматриваемых зданиях, с отсутствующими (неисправными) системами защиты персонала и комплексом организационно-технических мероприятий;

$Q_{\text{р}}$  – общее количество работников, находящихся в зданиях угольных предприятий Кемеровской области.

Выводы по оценке в области охраны труда и безопасности производственных зданий.

В результате проведенных расчетов установлено, что  $R_{\Pi \text{ факт}} (4,1 \cdot 10^{-2}) < R_{\Pi \text{ потенц}} (4,0 \cdot 10^{-1})$ , из чего следует, что мероприятия по обеспечению охраны труда и безопасности объектов угольной промышленности Кузбасса выполняются. Оценка соответствия по обеспечению безопасности объекта проведена правильно.

Вместе с этим  $R_{\Gamma \text{ факт}} (0 (0)) < 10^{-6} < R_{\Gamma \text{ потенц}} (6,0 \cdot 10^{-1})$ , из чего следует, что мероприятия по обеспечению охраны труда и безопасности персонала выполняются, но не в полном объеме, так как величина потенциального риска гибели людей  $R_{\Gamma \text{ потенц}}$  выше нормативного показателя допустимого риска гибели людей ( $10^{-6}$ ). Необходима разработка дополнительных мероприятий системы защиты, направленных на обеспечение охраны труда и безопасности персонала угольных предприятий Кемеровской области [66, 67, 93].

### **Выводы по главе**

1. Изложена методика качественной оценки обеспечения охраны труда и безопасности на объектах с учетом их функциональной опасности, с помощью которой произведена оценка охраны труда и безопасности объектов, а также персонала предприятий угольной промышленности Кемеровской области, получены количественные характеристики объектов и их опасностей приведены в относительных качественных показателях.

2. Введены понятия статистических (фактических) и возможных (потенциальных) рисков возникновения опасных производственных факторов и гибели (травмирования) людей на них.

3. Методика рекомендована для использования органами, осуществляющими оценку соответствия зданий и сооружений угольных предприятий, установленным требованиям в области обеспечения охраны труда и безопасности, с учетом соблюдения и выполнения организационно-технических мероприятий по защите и сохранению жизни и здоровья работников.

### **ГЛАВА 3. МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПЕРСОНАЛА С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ С ВЫСОТЫ. ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ НА ВЕЛИЧИНУ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РИСКА**

При возникновении опасных производственных факторов в зданиях, сооружениях технологических комплексов предприятий по добыче и переработке угля первоочередной задачей является спасение работников от проявления опасных факторов. Для определения области эффективного применения средств защиты и спасения персонала необходимо проанализировать данные средства на предмет их социально-экономической обоснованности [97].

#### **3.1. Анализ средств и способов самоспасения работников из зданий технологических комплексов предприятий угольной отрасли**

В настоящее время средства защиты в зависимости от характера их применения подразделяют на две категории:

- средства коллективной защиты;
- средства индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной и коллективной защиты – технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения [16, 99-102].

Средства защиты работников, находящихся в зданиях, сооружениях поверхностных технологических комплексов предприятий угольной отрасли должны способствовать полной или минимально необходимой безопасной эвакуации. Средства должны обеспечивать безопасность персонала при невозможности применения других систем защиты.

Средства спасения (самоспасатели) – средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения персонала от опасных факторов в течение времени,

необходимого для выхода из горящих зданий, помещений, производственных объектов [16].

Как видно из определений, для средств защиты и спасения работников угольной отрасли ставятся практически одинаковые задачи – достижение безопасности персонала, сохранение их жизни и здоровья.

Количество средств защиты и спасения, их размещение в зданиях, сооружениях поверхностных комплексов шахт, разрезов, обогатительных фабрик должны обеспечивать комфортность и безопасность работников в течение времени, необходимого для эвакуации в безопасную зону, или в течение времени, необходимого для проведения специальных работ по ликвидации негативных производственных факторов [16].

Средства защиты, а также средства спасения являются эффективным способом обеспечения безопасности работников, находящихся в зданиях с деревянными и пустотными стенами и перекрытиями. Это обусловлено тем, что наступление опасных производственных факторов, таких как пожары, в зданиях данной категории происходит значительно быстрее беспрепятственной эвакуации персонала. Также внедрение дорогостоящих систем обеспечения охраны труда и безопасности объектов и работников предприятий угольной отрасли экономически малоэффективно, а учитывая вышеизложенное, и социально нецелесообразно [1, 89].

Средства защиты и спасения работников, находящихся в зданиях и сооружениях технологических комплексов предприятий угольной отрасли, предназначены для обеспечения безопасности при эвакуации или самоспасения. При этом возникает ряд вопросов, касающихся исполнения данных требований, выбора наиболее эффективных средств защиты и спасения работников.

В соответствии с предъявляемыми требованиями средства защиты должны предотвращать или уменьшать до допустимых значений воздействие на персонал вредных и (или) опасных механических, термических, электрических и радиационных факторов [103].

Из всего многообразия средств защиты и спасения работников необходимо выделить те средства, с учетом их эффективности, которые используются при возникновении опасных производственных факторов в зданиях и сооружениях поверхности шахт, разрезов, предприятий по переработке и обогащению угля.

В соответствии с законодательным актом РФ конструкция средств защиты и спасения персонала должна быть надежна и проста в эксплуатации и позволять любому работнику использовать их без предварительной подготовки, в состоянии внезапности [104].

Требования к тем или иным средствам индивидуальной защиты и спасения персонала предусмотрены в целом ряде нормативных документов по охране труда и безопасности, а также в технической документации по данным средствам защиты и спасения.

Многообразие средств спасения усложняет задачу по их эффективному выбору. Проведенный анализ средств защиты и спасения показал, что для сохранения жизни и здоровья работников, повышения уровня безопасности при спасении людей на объектах технологических комплексов угольной отрасли необходима разработка рекомендаций по их выбору. Для выбора средств была установлена область эффективного применения, решены проблемы, связанные с использованием и выбором средств защиты и спасения в зависимости от функционального назначения и степени огнестойкости здания. Особое внимание было уделено зданиям угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий с пустотными и деревянными стенами и перекрытиями, доля которых составляет 50 % [89].

В соответствии с «Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений» [6] защита людей и имущества от воздействия опасных производственных факторов и (или) ограничение последствий их воздействия обеспечиваются несколькими способами, одним из которых является применение систем коллективной защиты (в том числе противодымной), средств индивидуальной защиты людей от воздействия опасных факторов, средств спасения людей с высоты.

Каждое здание или строение должно иметь объемно-планировочное решение и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающих безопасную эвакуацию работников при возникновении опасных производственных факторов. При невозможности безопасной эвакуации персонала должна быть обеспечена его защита посредством применения систем коллективной и (или) индивидуальной защиты [104]. Системы коллективной и индивидуальной защиты не всегда социально-экономически эффективны.

Исходя из требований, предъявляемых законодательными актами Российской Федерации к средствам индивидуальной и коллективной защиты, а также с учетом их технических характеристик, можно установить, что средства индивидуальной защиты для предприятий угольной отрасли малоэффективны несмотря на то, что они по своему назначению должны обеспечивать снижение недопустимого риска до допустимого ( $10^{-6}$ ) [12]. В зданиях поверхностного комплекса угольных предприятий опасные производственные факторы при возникновении загорания в большинстве случаев наступают по потере видимости. При этом средства (противогазы, маски, костюмы), основанные на защите органов дыхания от сильнодействующих выделяемых отравляющих веществ, как правило, малоэффективны при задымлении помещений и путей эвакуации. На предприятиях угольной отрасли преобладает массовое пребывание людей, особенно в дневное, рабочее время, в связи с чем возникает проблема сохранности средств защиты и, как следствие, спасения людей при возникновении опасных производственных факторов в этих зданиях, сооружениях. Если по закреплению (выделению) средств за каждым работником предприятия не возникают трудности, то вопрос с посетителями остается открытым. При выдаче средств самоспасения в определенных местах зданий из складского помещения существует риск возникновения скопления работников, что также отрицательно повлияет на общее время эвакуации, так как потребуется дополнительное время на прохождение пути до средств, а затем еще и на их получение.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод – средства индивидуальной защиты малоэффективны для работников, находящихся в зданиях и (или) строениях технологических комплексов угольных предприятий. В данной ситуации проблему сохранения жизни и здоровья, спасения персонала в случае возникновения опасных производственных факторов предлагается решить с помощью применения средств спасения с высоты, так как на предприятиях угольной промышленности в основном эксплуатируются многоэтажные здания от 2 и более этажей [104].

Анализ всех средств защиты и спасения персонала позволил сделать вывод, что для спасения работников в зданиях и сооружениях угольной отрасли наиболее эффективны средства спасения с высоты.

При оснащении зданий и строений следует учитывать, что средства спасения с высоты являются единственной возможностью для безопасного спасения работников из опасной производственной зоны.

Как следствие, средства спасения с высоты должны обеспечивать возможность безопасного самоспасения работников, не имеющих возможности воспользоваться основными путями эвакуации.

В настоящее время существуют следующие типы средств спасения:

1. Устройства рукавные спасательные;
2. Устройства канатно-спускные;
3. Лестницы навесные спасательные;
4. Спасательные трапы (желобы);
5. Прыжковые спасательные устройства;
6. Натяжные спасательные полотна;
7. Авиационные средства;
8. Устройства агрегатно-комбинированные.

Данные средства защиты и спасения людей могут размещаться согласно установленным требованиям в объектовых пунктах и (или) постах безопасности; в помещениях обслуживающего персонала и персонала, обеспечивающего эвакуацию; на рабочих местах; у аварийных выходов; в других местах,

предусмотренных проектом.

На основании проведенного анализа [105] из всего многообразия средств спасения с высоты можно определить, насколько данные средства эффективны при спасении работников из зданий технологических комплексов предприятий угольной отрасли с пустотными и деревянными стенами и перекрытиями. Как правило, данные здания относятся к III-IV степеням огнестойкости. Здания I-II степеней огнестойкости характеризуются кирпичными или железобетонными стенами и железобетонными перекрытиями. Для данных зданий как I-II степеней огнестойкости, так и III-IV степеней огнестойкости характерно то, что опасные факторы при загораниях в первую очередь возникают по потере видимости. Но для зданий III-IV степеней огнестойкости возникает проблема обрушения строительных конструкций в результате тепловых воздействий на них. Если для зданий I-II степеней огнестойкости при наличии средств спасения с высоты не возникает проблем по спасению, то для зданий с пустотными стенами и перекрытиями необходимо учитывать температурные режимы и интенсивность теплового воздействия на строительные конструкции. В данном случае спасение работников должно завершиться не только до наступления опасных факторов, но и до потери несущих способностей здания или строения.

Особенностью распространения опасных производственных факторов в зданиях с пустотными стенами и перекрытиями является то, что они могут распространяться практически мгновенно не только в объеме помещения или этажа здания (отметки), но и по соседним этажам через перекрытия. В таких случаях средства спасения работников с высоты являются практически единственным выходом из сложившейся ситуации.

Следует также отметить, что большинство зданий и строений поверхности технологических комплексов угольных предприятий с деревянными и пустотными стенами и перекрытиями были построены до вступления в силу Технических регламентов о безопасности зданий и сооружений. Поэтому приведение таких зданий к современным требованиям в настоящее время в оперативном порядке ни физически, ни практически невозможно.

Несмотря на то, что спасательные устройства с высоты по существующим нормам не предусматриваются при эвакуации персонала, их применение зачастую является единственно эффективной системой обеспечения безопасности работников предприятий угольной отрасли. Это обуславливает необходимость разработки методики по социально-экономическому и эффективному выбору средств спасения работников в случае возникновения опасных производственных факторов в зданиях и сооружениях на предприятиях угольной отрасли.

Из проведенных исследований для зданий и строений угольных предприятий с деревянными и пустотными стенами и перекрытиями наиболее эффективны спасательные устройства с высоты. Применение таких спасательных устройств позволяет сохранить жизнь, снижает риски травмирования работников и не противоречит действующему законодательству Российской Федерации при невозможности эвакуации персонала другими способами в случае возникновения опасных производственных факторов в зданиях и сооружениях угольной отрасли [105-116].

### **3.2. Роль структурных подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников предприятий угольной промышленности**

При реализации систем защиты зданий и сооружений на гибель (травмирование) работников угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, не задействованных в технологическом процессе, влияют, в том числе силы и средства объектовых подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников [12]. Исходя из экономической целесообразности зачастую на предприятиях подразделения по обеспечению безопасности труда персонала задействованы в проведении аварийно-спасательных работ, в том числе при возникновении загораний. Данный вид работы направлен не только на ликвидацию опасных производственных факторов, но и на поиск и спасение персонала, материальных ценностей, защиту природной среды на поверхностных объектах и территориях угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий.

На объектах ведения горных работ задействованы аварийно-спасательные формирования, допущенные (аттестованные) на выполнение горноспасательных работ.

В целях обоснованности подтверждения возможности проведения подразделениями по обеспечению безопасных условий труда работников аварийно-спасательных работ необходимо рассмотреть требования к созданию, размещению и оснащению подразделений предприятий (формирований), а также созданных на них аварийно-спасательных формирований.

При создании подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников на предприятии, эксплуатирующем объекты производственного назначения, необходимо учитывать их размещение на участках, имеющих единые проезды с дорогами общего назначения. При выезде на дороги общего назначения специальный автомобильный транспорт не должен пересекать основные транспортные потоки. Данные мероприятия позволят уменьшить время прибытия сил и средств к месту возникновения опасных производственных факторов, произошедших вне территории предприятия, и снизить возможное количество дорожно-транспортных негативных последствий.

С учетом данных требований подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников создаются на промышленных предприятиях, в рассматриваемом случае относящихся к угольной промышленности, имеющих объекты со значительной производственной опасностью, с крупными габаритными размерами, исходя из общих технологических объемов. Несмотря на то, что подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников изначально создаются для защиты объектов повышенного риска опасности, они задействованы в ликвидации опасных производственных факторов, возникших в административных и производственных корпусах производственного процесса предприятий, и привлекаются к ликвидации опасных факторов и спасению людей на прилегающих территориях муниципальных образований. Исходя из местных условий, подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников

комплекуются специальной техникой, оборудованием и личным составом, отвечающим необходимым требованиям [12, 117, 118].

### **3.2.1. Требования к численности и технической оснащенности подразделений угольного предприятия по охране труда**

В соответствии с нормативными документами по охране труда подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников предприятия участвуют непосредственно в профилактике опасных факторов, их ликвидации, а также в проведении аварийно-спасательных работ [10, 70].

Из расчета численности личного состава и технической оснащенности подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников, а также экономической целесообразности допускается наличие общего подразделения на несколько организаций. При этом состав группы ликвидации и профилактики негативных производственных факторов устанавливается, исходя из опасности зданий и сооружений отдельного предприятия. В свою очередь, опасность объектов организации характеризуется максимальной возможной площадью распространения опасных факторов и максимально высокой скоростью их распространения.

При осуществлении количества личного состава и технического вооружения подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников учитываются следующие показатели:

- распределение мощностей предприятия по сменам;
- график деятельности организации;
- распределение времени деятельности объекта по сменам;
- время деятельности подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников в части осуществления профилактики (общее и по сменам);
- время перерыва между сменами;
- резерв численности личного состава подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников;

- расстояние от подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников до предполагаемого места возникновения опасного производственного фактора, с учетом проездов;

- временной промежуток от начала возникновения опасных производственных факторов до начала их ликвидации.

Таким образом, подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников состоят из двух групп:

1. Профилактическая группа;
2. Группа ликвидации опасных производственных факторов и проведения аварийно-спасательных работ.

В деятельность профилактической группы входят функции, направленные на предупреждение опасных производственных факторов и выполнение условий для их своевременной ликвидации.

В свою очередь, группа по обеспечению безопасных условий труда работников осуществляет непосредственную ликвидацию опасных производственных факторов, а также проведение спасения персонала и материальных ценностей при возникновении опасных производственных факторов, в том числе данной группой проводятся профилактические мероприятия на угольных предприятиях [3, 8, 70].

### **3.2.2. Требования к проведению мероприятий по охране труда, связанных с предупреждением травматизма на рабочем месте**

Аварийно-спасательные работы, связанные с ликвидацией опасных производственных факторов – это деятельность структурных подразделений по обеспечению безопасных условий труда работников по спасению персонала, материальных ценностей из помещений с наличием опасных производственных факторов.

С учетом наличия опасных производственных факторов личный состав должен быть оснащен необходимыми средствами, в том числе средствами

индивидуальной защиты. Средства коллективной защиты и спасения персонала с высоты также должны быть в наличии, т. к. при проведении аварийно-спасательных работ проводятся действия по спасению работников, не успевших эвакуироваться в штатном режиме.

Аварийно-спасательные работы проводят аварийно-спасательные службы и аварийно-спасательные формирования, которые подлежат аттестации в установленном порядке. Аттестацию на право ведения аварийно-спасательных работ проводят аттестационные комиссии, которые в зависимости от формы их создания могут быть межведомственными, федеральных органов исполнительной власти, организаций и субъектов Российской Федерации. Данными комиссиями определяется возможность проведения формированиями аварийно-спасательных работ [117].

### **3.2.3. Формирования по обеспечению охраны труда работников угольной отрасли**

Подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников фактически являются аварийно-спасательными формированиями, созданными на штатной основе и допущенными на ведение работ, связанных с ликвидацией опасных производственных факторов.

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «О гражданской обороне» организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I и II классов опасности или III класса опасности и имеющие категорию по гражданской обороне, создают нештатные аварийно-спасательные формирования [119]. Нештатные аварийно-спасательные формирования предприятий угольной отрасли проводят работы, в том числе по ликвидации опасных производственных факторов, как в шахтах, так и на поверхности горных предприятий. Фактически нештатные аварийно-спасательные формирования дублируют полномочия подразделения по обеспечению безопасных условий труда работников в части принятия участия в

ликвидации опасных производственных факторов. Данное дублирование полномочий для организаций экономически нецелесообразно. Безусловное исполнение всех требований, изложенных в нормативно-правовых актах Российской Федерации, приводит к дополнительным финансовым затратам. В целях исключения дублирования полномочий предприятия могут локальными актами распределить права и обязанности своих структурных подразделений. Распределение должно быть осуществлено таким образом, чтобы основные задачи формирований различного типа не пересекались. Надлежащее разграничение полномочий позволит сохранить не только финансовые ресурсы, но и повысить эффективность при ликвидации опасных производственных факторов.

Хотелось бы обратить внимание на то, что помимо разграничения полномочий необходимо надлежащее распределение сил и средств формирований, личного состава (обучение их компетентным действиям), специальной техники, снаряжения, оборудования, материалов, инструментов, средств индивидуальной и коллективной защиты [10, 11, 16].

### **3.3. Влияние опасных производственных факторов на работников с учетом применения средств индивидуальной защиты**

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации работодатель обязан обеспечивать безопасные условия трудовой деятельности работников своего предприятия [2, 97]. При этом надлежащие условия труда должны быть обеспечены для всех без исключения работников организации с учетом риска влияния опасных производственных факторов, в том числе для персонала, не задействованных в производственном процессе, сопровождающимся дополнительными опасностями. То есть все работники имеют равные права на безопасные условия трудовой деятельности [13]. Между тем работники предприятий, задействованные в опасных производствах (шахтах, разрезах, обогатительных фабриках), имеют дополнительные условия социально-

экономической защиты (аттестация, обучение, страховка, средства защиты и т. д.), а отсутствие ряда мероприятий по защите работников, не задействованных в производственном процессе, ставит людей в неравные трудовые отношения.

Одним из условий повышения уровня безопасности работников при возникновении опасных производственных факторов является использование ими средств индивидуальной защиты. Данное мероприятие особенно эффективно при невозможности приведения зданий и сооружений угольной отрасли, спроектированных и введенных в эксплуатацию не один десяток лет назад, к современным условиям соответствия. Как правило, данные здания и сооружения характеризуются высоким уровнем опасности в связи с быстро развивающимися опасными производственными факторами. Зачастую начало воздействия опасных производственных факторов наступает уже до окончания эвакуации из зданий работников, что неминуемо приводит к отравлению, травмированию или гибели. При данных условиях вероятность эвакуации всех работников из горящих зданий весьма мала.

В настоящее время средства индивидуальной защиты, к которым предъявляется ряд требований, установленных законодательными и нормативными актами Российской Федерации, представлены в значительном разнообразии [16, 17, 92].

Как правило, средства индивидуальной защиты применяются при проведении аварийно-спасательных работ и самоспасении персонала в случае невозможности их эвакуации до наступления проявления опасных производственных факторов. Опасными производственными факторами на предприятиях угольной отрасли являются избыточное давление, тепловое излучение, осколки, искры, электрическое напряжение, вышедшее в результате потери целостности аппаратов и т. д. В общественных же зданиях и сооружениях, в т. ч. в административно-бытовых помещениях шахт, разрезов, предприятий по переработке угля наиболее вероятны опасные факторы, связанные с потерей видимости, снижением концентрации кислорода, повышением температуры и выделением токсичных продуктов горения в результате термического разложения

мебели, оргтехники и приборов различного назначения.

С учетом необходимости достижения равноправных трудовых отношений рассмотрим средства, позволяющие повысить уровень защищенности работников, посетителей, лиц, принимающих участие в ликвидации опасных производственных факторов.

Так как опасные факторы зачастую сопровождаются повышенной плотностью токсичных продуктов горения, предприятия угольной отрасли приобретают средства защиты зрения и органов дыхания (самоспасатели, респираторы, противогазы). Данные средства накапливаются исходя из опасности объектов и контингента работников и посетителей. Обучение правилам использования указанных средств является неотъемлемой частью подготовки работников к трудовой деятельности.

Нельзя недооценивать роль средств индивидуальной защиты при проведении аварийно-спасательных работ и работ по ликвидации опасных производственных факторов. Достаточность и обоснованность необходимых средств индивидуальной защиты оценивается при проведении аттестации формирований, которая осуществляется соответствующими аттестационными комиссиями. Средства индивидуальной защиты должны накапливаться заблаговременно, исходя из потенциальных опасностей, которые возможны на предприятии. Нормативно-правовыми актами Российской Федерации устанавливаются требования по порядку хранения средств индивидуальной защиты, которое осуществляется в складских помещениях отдельно от имущества общего назначения [9, 17].

В соответствии с правилами противопожарного режима средства индивидуальной защиты используются персоналом общежитий, гостиниц, лечебных учреждений [22]. В свою очередь, необходимость в комплектации зданий и сооружений предприятий угольной отрасли средствами спасения с высоты нормативно правовыми актами не предусмотрено, что создает нормативный «вакуум» по использованию данных устройств. Вследствие чего можно сделать вывод о нормативно-технической коллизии, когда исполнение

нормативных документов, не учитывающих значительную токсичность отдельных материалов при их горении, приводит к гибели или травмированию участвующих в ликвидации опасных производственных факторов без необходимых средств защиты [120].

Отсутствие норм по применению средств спасения при проведении эвакуационных мероприятий, норм в области эффективного применения индивидуальных средств защиты органов дыхания, в том числе с учетом высокой токсичности продуктов горения материалов, имеющих на производственных объектах угольной отрасли, и нормативные коллизии по рассмотренным обстоятельствам массовой гибели и травмирования работников обусловили необходимость разработки методики обеспечения безопасности людей с применением средств спасения и средств индивидуальной защиты.

Следует отметить, что устранение нормативно-технических коллизий позволит снизить профессиональный риск отравления, травмирования и гибели работников в зданиях, сооружениях производственного и непромышленного назначения предприятий угольной отрасли. Возможность применения средств индивидуальной защиты должна распространяться не только на спасение персонала горных предприятиях, но и при возникновении чрезвычайных ситуаций как в мирное, так и в военное время [121].

### **3.4. Влияние средств спасения с высоты на риск гибели персонала при проявлении опасных производственных факторов**

В настоящее время неутешительны статистические данные по гибели персонала в Российской Федерации по отношению к другим странам. Так, согласно укрупненным показателям в различных 32-х странах мира за 2017 год в Российской Федерации среднее число погибших на 100 тысяч населения составляет 6,4 человек. Данные показатели в Российской Федерации являются одними из наихудших по сравнению с остальными странами мира [120].

Ряд возникших опасных факторов показал, что объектовыми подразделениями угольных предприятий не всегда удается своевременно спасти работников с высоты. Имеет место гибель и травмирование работников не только от непосредственного воздействия опасных производственных факторов, но и в результате их падения со значительной высоты.

Проблема эвакуации персонала из высотных зданий и сооружений на угольных предприятиях актуальна не только для Российской Федерации, но и для других стран мира. Несмотря на то, что строительные нормы устанавливают требования к конструкции высотных зданий [3, 6, 15], необходимы дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности жизни работников. Для разработки данных мероприятий созданы различные ассоциации. Перспектива технического международного руководства, например, NFPA101 в США (NFPA 2012) или Building Building 2006 в Великобритании – предоставление информации о параметрах выходных компонентов (например, геометрических характеристиках лестниц), которые могут применяться для высотных зданий. Вместе с этим по-прежнему требуется дополнительная информация о поведенческих проблемах, связанных с эвакуацией из многоэтажных зданий [107-110, 122].

Зачастую при опасных производственных факторов работники сталкиваются с отсутствием возможности безопасно эвакуироваться из горящего здания. В результате стремительного роста опасных факторов работники становятся «отрезанными» от путей эвакуации. Особенно данная ситуация наиболее актуальна для многоэтажных зданий и сооружений, где при возникновении опасных производственных факторов на первых этажах работники не могут эвакуироваться из вышележащих. В подобных случаях средства спасения с высоты являются чуть ли не единственным способом для обеспечения безопасности персонала.

С учетом вышеизложенного при обеспечении работников средствами спасения необходимо учитывать время наступления опасных факторов, а также технические характеристики устройств самоспасения.

В настоящее время недостаточно изучено влияние средств спасения с высоты на расчетную величину индивидуального риска, которая учитывается при оценке обеспечения безопасности объекта защиты [1].

Вместе с этим актуальность порядка применения средств спасения обусловлена отсутствием нормативных требований по их использованию. Методика по обеспечению безопасности работников угольной отрасли с помощью средств спасения позволит компенсировать отсутствующую нормативную базу по их применению [123-125].

### **3.4.1. Обеспечение и оценка безопасности персонала на рабочих местах**

Обеспечение безопасности работников и имущества организации на объекте защиты достигается посредством разработки комплекса организационно-технических мероприятий, направленных на развитие подсистем предотвращения опасных производственных факторов, системы защиты и профилактической работы. В каждую подсистему входит разработка соответствующих ей мероприятий [12].

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации система безопасности должна обеспечить допустимый уровень опасности для людей не более  $10^{-6}$ , превышение которого недопустимо [12].

Стоимость мероприятий, входящих в систему обеспечения безопасности, направленных на достижение допустимого уровня опасности, должна отвечать требованиям целесообразности и экономической эффективности. Не требуется выполнение всех имеющихся требований, изложенных в нормативно-правовой документации, которые не всегда являются эффективными и соответствующими требованиям Федерального закона Российской Федерации «О техническом регулировании» [15], а также Федерального закона Российской Федерации «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [6], являющихся основополагающими законодательными актами при квалификации нарушений обязательных и рекомендательных требований безопасности. Фактически всегда

на практике существует возможность снижения затрат на мероприятия для достижения минимально необходимого уровня риска.

Система обеспечения безопасности представлена в виде блок-схемы (рисунок 3.4.1).

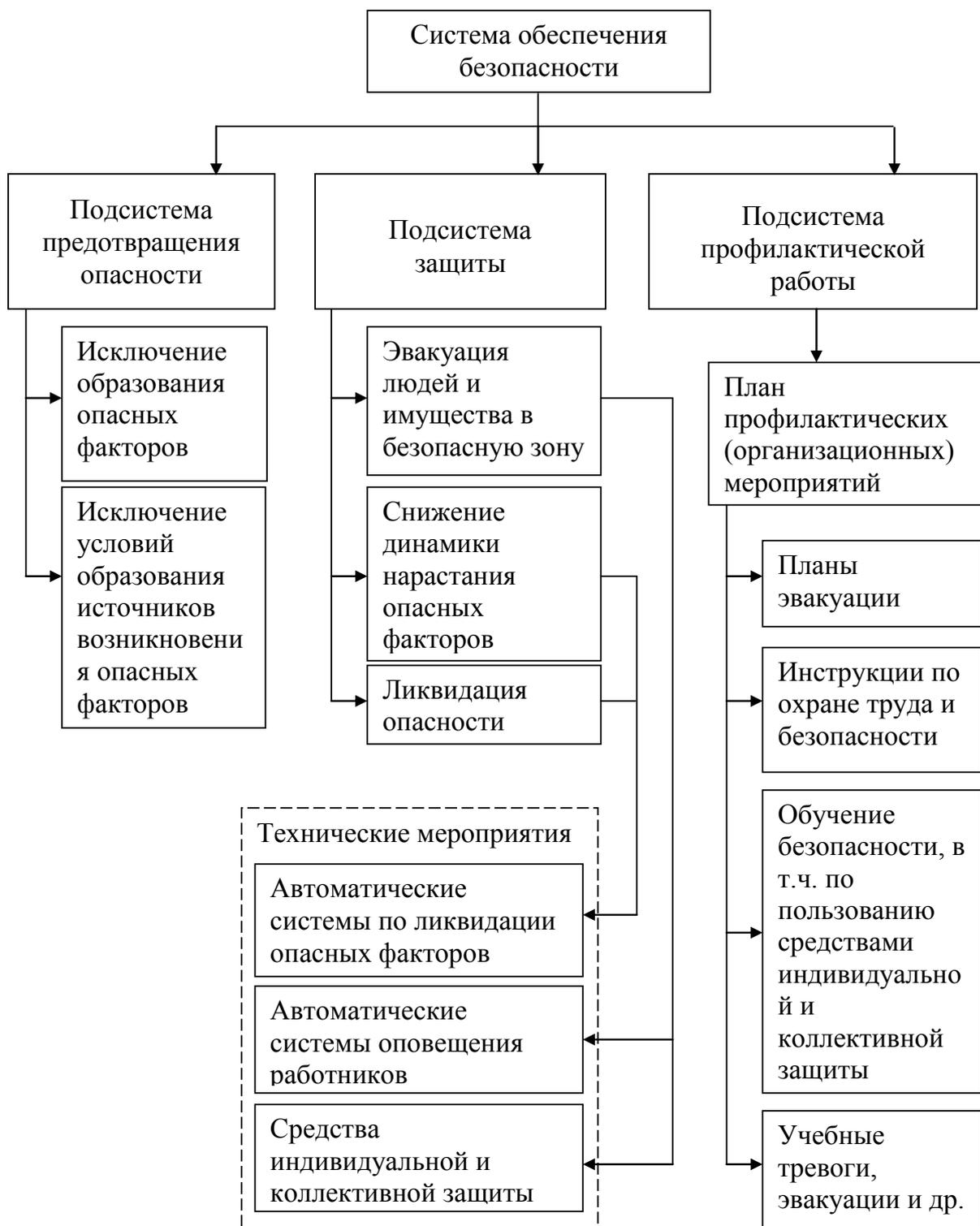


Рисунок 3.4.1– Блок-схема системы обеспечения безопасности

Вышеизложенное учитывается и при проведении оценок соответствия объектов защиты установленным требованиям в области безопасности, т. е. оценок обеспечения безопасности персонала и имущества при возникновении опасных производственных факторов. Техническим регламентом о требованиях безопасности установлено, что на объекте защиты обеспечивается безопасность работников и имущества при выполнении одного из следующих условий:

1) в полном объеме выполнены требования безопасности, установленные техническими регламентами и риск не превышает допустимых значений, установленных Техническим регламентом о требованиях безопасности;

2) в полном объеме выполнены требования безопасности, установленные техническими регламентами и нормативными документами по безопасности [12].

С учетом данных условий обеспечения безопасности на предприятии угольной промышленности при невозможности выполнения всех требований в области безопасности или экономической нецелесообразности их реализации расчет рисков является единственным решением по оценке безопасности объекта.

Перед тем как определить влияние средств спасения на расчетную величину индивидуального риска необходимо рассмотреть возможность применения средств защиты и (или) средств спасения, обосновать необходимое их количество, определить их воздействие на вероятность безопасной эвакуации (самоспасения) людей при возникновении опасных производственных факторов в зданиях поверхностных комплексов уголедобывающих и углеперерабатывающих предприятий [123-125].

### **3.4.2. Обоснование выбора средств защиты и спасения работников с высоты**

Предприятия по добыче и переработке угля отличаются массовым пребыванием людей, особенно в дневное и рабочее время суток. Следует отметить, что проблема еще кроется в сохранности средств индивидуальной защиты, средств спасения с высоты при эвакуации людей, в аварийных случаях [125].

В общем случае тип и количество спасательных устройств, необходимых для спасения работников из здания, определяются следующими факторами:

- контингентом работников, находящихся в здании и (или) сооружении, с учетом их возраста и физического состояния;
- количеством персонала, по тем или иным причинам не имеющего возможности покинуть здание и (или) сооружение за расчетное время эвакуации при использовании основных путей эвакуации;
- временем движения работника от наиболее удаленного помещения до спасательного устройства, мин.;
- временем подготовки спасательного устройства к работе, мин.;
- временем спуска первого человека на (в) спасательном устройстве, мин.;
- пропускной способностью спасательного устройства, чел./мин.;
- предельно допустимым временем проведения спасания, мин. [16].

Необходимое количество однотипных спасательных устройств, установленных в одном месте, рассчитывается по следующей формуле:

$$n = \frac{N}{Q \cdot t_{\text{спас}}}, \quad (3.4.2.1)$$

где  $n$  – количество спасательных устройств одного типа, шт.;  $N$  – расчетное количество работников, не имеющих возможности покинуть здание и (или) сооружение в штатном режиме, чел.;  $Q$  – пропускная способность (производительность) спасательного устройства, чел./мин.;  $t_{\text{спас}}$  – время спасения, при котором опасные факторы не успеют достичь критических значений в зоне нахождения спасаемых, мин.

Производительность канатно-спускных устройств  $Q$ , чел./мин. является переменной величиной в зависимости от высоты и может быть определена по формуле

$$Q = \frac{1}{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}}}, \quad (3.4.2.2)$$

где  $t_{\text{подг}}$  – время подготовки работника к спуску (прыжку) на спасательном устройстве после спуска (прыжка) предыдущего работника, мин.;  $t_{\text{спуск}}$  – время

спуска работника на спасательном устройстве до безопасного уровня, мин., где, в свою очередь,  $t_{\text{спуск}} = H_{\text{спуск}} / V_{\text{спуск}}$ ;  $H_{\text{спуск}}$  – высота спуска, м;  $V_{\text{спуск}}$  – скорость спуска, м/мин.

Время спасения работников, при котором на них перестанут действовать опасные производственные факторы, определяется по формуле

$$t_{\text{спас}} = t_{\text{в}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}, \quad (3.4.2.3)$$

где  $t_{\text{в}}$  – время от начала движения людей до места применения средства спасения, мин.;  $t_{\text{подг}}$  – время подготовки работника к спуску (прыжку) на спасательном устройстве после спуска (прыжка) предыдущего работника, мин.;  $t_{\text{спуск}}$  – время спуска работника на спасательном устройстве до безопасного уровня, мин.;  $t_{\text{актив}}$  – время активации спасательного устройства, мин.

ГОСТом Р 12.3.047-98 установлено, что расчетное время эвакуации работников в случае возникновения опасных производственных факторов ( $t_{\text{р}}$ ) – это время от начала движения персонала до выхода в безопасную зону ( $t_{\text{в}}$  – время выхода). Безопасная зона – зона, в которой работники защищены от воздействия опасных факторов или в которой опасные факторы отсутствуют. Также данным ГОСТом установлено необходимое время эвакуации работников ( $t_{\text{н}}$ ) – это время, которое возможно предварительно рассчитать для типичных объектов от начала распространения опасных производственных факторов до наступления опасных факторов, имеющих предельно допустимые для людей значения (далее  $t_{\text{рофп}}$ ). Эвакуация – процесс организованного самостоятельного движения работников непосредственно наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на персонал опасных факторов [70, 126, 127].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что эвакуация работников, находящихся в зданиях промышленного и бытового назначения предприятий угольной промышленности, должна завершиться до наступления опасных производственных факторов, т. е. расчетное время эвакуации должно быть меньше необходимого.

Условия эвакуации работников выполняются при реализации следующего неравенства:  $t_{\text{в}} < t_{\text{рофп}}$  из которого следует, что  $t_{\text{в}}/t_{\text{рофп}} < 1$ . Из данного неравенства

следует, что  $1 - t_v/t_{рофп} > 0$ . В данном случае эвакуация работников выполняется до наступления опасных факторов при значении  $1 - t_v/t_{рофп}$  выше нуля.

Условия эвакуации работников предприятий угольной отрасли не выполняются при реализации следующего неравенства:  $t_v \geq t_{рофп} \Rightarrow t_v/t_{рофп} \geq 1$ . Из данного неравенства следует, что  $1 - t_v/t_{рофп} \leq 0$ . В данном случае эвакуация работников не выполняется до наступления опасных факторов при значении  $1 - t_v/t_{рофп}$  ниже (равно) нуля.

С учетом вышеизложенных условий эвакуации введем коэффициент безопасности охраны труда (К), равный  $1 - t_v/t_{рофп}$ , основанный на условии обеспечения безопасности работников:

$$K = 1 - \frac{t_v}{t_{рофп}}, \quad (3.4.2.4)$$

где  $t_v$  – время выхода работников в безопасную зону или места возможного применения средств спасения до наступления опасных производственных факторов, мин.;  $t_{рофп}$  – время, которое возможно предварительно рассчитать для типичных объектов от начала распространения опасных производственных факторов до наступления опасных факторов, имеющих предельно допустимые для работников значения, мин.

В целях определения необходимого количества однотипных спасательных устройств (n) в зависимости от времени наступления негативных последствий ( $t_{рофп}$ , мин.) проделаем преобразования ранее приведенных формул (3.4.2.1 - 3.4.2.4).

В формулу (3.4.2.1) подставим выражение (3.4.2.2):

$$n = \frac{N}{\left(\frac{1}{t_{подг} + t_{спуск}}\right) \cdot t_{спас}} \Rightarrow n = \frac{N \cdot (t_{подг} + t_{спуск})}{t_{спас}}. \quad (3.4.2.5)$$

Затем в выражение (3.4.2.5) подставим формулу (3.4.2.3):

$$n = \frac{N \cdot (t_{подг} + t_{спуск})}{t_v + t_{подг} + t_{спуск} + t_{актив}}. \quad (3.4.2.6)$$

Проделаем следующее преобразование формулы (3.4.2.4):

$$K = 1 - \frac{t_b}{t_{\text{рофп}}} \Rightarrow \frac{t_b}{t_{\text{рофп}}} = 1 - K \Rightarrow t_b = t_{\text{рофп}} \cdot (1 - K). \quad (3.4.2.7)$$

Подставив значение  $t_b$  формулы (3.4.2.7) следует, что выражение по определению необходимого количества однотипных спасательных устройств ( $n$ ) в зависимости от времени наступления негативных последствий ( $t_{\text{рофп}}$ , мин.) примет вид

$$n = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} \cdot (1 - K) + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}. \quad (3.4.2.8)$$

При условии  $K=0$  и  $K=0,999$  формула (3.4.2.8) примет вид

$$n = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}, \text{ при } K=0; \quad (3.4.2.9)$$

$$n = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{0,001 \cdot t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}, \text{ при } K=0,999. \quad (3.4.2.10)$$

Выражение (3.4.2.8) позволило обосновать необходимое количество средств спасения исходя из расчетных значений опасных производственных факторов и технических характеристик спасательных устройств.

Средства спасения с высоты рассмотрены как компенсирующее мероприятие по снижению рисков отравления и травмирования, обеспечению безопасности работников при невозможности их эвакуации в штатном режиме, в связи с чем их необходимо рассматривать как мероприятия подсистемы защиты, не входящей в процесс эвакуации [128].

### 3.4.3. Влияние средств спасения с высоты на охрану труда и безопасность персонала

С учетом общих понятий рисков и вероятностных мер, безопасность работников угольной отрасли обеспечивается при значении вероятности события по недопущению их гибели от 0,999999 до 0, где при 0,999999 или  $10^{-6}$  – уровень

безопасности работников обеспечивается безусловно (максимально).

Формулировка вероятности наступления события по недопущению гибели персонала, в рассматриваемом случае вероятность спасения работников посредством спасательных устройств, идентична определению коэффициента безопасности охраны труда  $K$ , рассчитываемого по формуле (3.4.2.4).

Для определения вероятности спасения работников посредством использования средств спасения с высоты  $P'_{\text{сп}}$  преобразуем формулу (3.4.2.8) по определению необходимого количества однотипных спасательных устройств ( $n$ ), ранее введенный коэффициент безопасности охраны труда  $K$ , в общем виде примет вид

$$P'_{\text{сп}} = 1 + \frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}{t_{\text{рофп}}} - \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n \cdot t_{\text{рофп}}}. \quad (3.4.3.1)$$

Данная формула эффективна при наличии такого количества средств спасения ( $n$ ), при котором вероятность спасения работников  $P'_{\text{сп}}$  находится в интервале от 0 до 0,999, т. к. вероятность не может принимать отрицательные значения или быть более единицы.

Наибольший уровень вероятности  $10^{-3}$  или 0,999 самоспасения людей с помощью средств спасения принят по аналогии с вероятностью эвакуации работников в штатном режиме [94, 129].

Процесс самоспасения людей должен завершиться до наступления опасных производственных факторов, т. е. необходимо знать время, затрачиваемое на спасение работников посредством спасательных устройств. Для этого преобразуем полученную формулу (3.4.2.5):

$$n = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{спас}}} \Rightarrow t_{\text{спас}} = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n}. \quad (3.4.3.2)$$

Формула (3.4.3.2) определяет непосредственное затрачиваемое время на спасение, не учитывая время, затрачиваемое на активацию каждого спасательного устройства. Так, для устранения данного недостатка необходимо время спасения увеличить на время подготовки спасательного устройства с учетом их количества

(n) и количества людей, задействованных в процессе самоспасения (N), при этом формула (3.4.3.2) примет вид

$$t_{\text{спас}} = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n} + \frac{n \cdot t_{\text{актив}}}{N}. \quad (3.4.3.3)$$

Полученная формула (3.4.3.3) является расчетом времени, затрачиваемого на спасение работников посредством спасательных устройств ( $t_{\text{спас}}$ ), основанного на технических характеристиках устройств ( $t_{\text{подг}}$ ,  $t_{\text{спуск}}$ ,  $t_{\text{актив}}$ ), их количестве (n) и количестве персонала, подлежащего самоспасению (N).

С учетом вышеизложенного опишем область возможного применения расчетов по определению вероятности спасения персонала с использованием средств спасения с высоты ( $P'_{\text{сп}}$ ).

Вероятность спасения работников с использованием средств спасения с высоты принимает наибольшее значение, равное 0,999 при завершении процесса самоспасения до наступления опасных факторов, т. е. при следующем условии:

$$t_{\text{спас}} < t_{\text{рофп}}. \quad (3.4.3.4)$$

Вероятность спасения работников с помощью средств самоспасения ( $P'_{\text{сп}}$ ) принимает наименьшее значение, равное нулю при недостаточном количестве спасательных устройств, позволяющих обеспечить безопасность персонала до наступления на них опасных производственных факторов, что можно описать следующим условием:

$$n \leq \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}. \quad (3.4.3.5)$$

Данное условие (3.4.3.5) выведено из формулы (3.4.2.8) при значении коэффициента безопасности охраны труда (K) равным нулю, т.е. при минимально необходимом выполнении условия обеспечения охраны труда и безопасности работников в момент наступления на них опасных производственных факторов ( $t_{\text{в}} = t_{\text{рофп}}$ ).

Далее определим вероятность спасения группы работников с помощью средств самоспасения ( $P'_{\text{сп}}$ ), при условии, что не все успеют завершить процесс самоспасения до наступления на них опасных факторов с учетом области

эффективного применения необходимого количества средств спасения, когда значение коэффициента безопасности охраны труда (K) от 0 до 0,999. Данное математически описывается следующими условиями:

$$t_{\text{спас}} > t_{\text{рофп}} \quad (3.4.3.6)$$

и

$$n(\text{при } K=0,999) > n > n(\text{при } K=0) , \quad (3.4.3.7)$$

$$\text{где } n(\text{при } K = 0,999) = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{0,001 \cdot t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} ,$$

$$n(\text{при } K = 0) = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} .$$

Учитывая вышеизложенные области эффективного применения спасательных устройств, вероятность спасения работников с высоты ( $P'_{\text{сп}}$ ) примет одно из трех значений: 0; 0,999; промежуточное значение от 0 до 0,999, что математически можно описать следующими условиями:

$$P'_{\text{сп}}=0,999, \text{ при условии } t_{\text{спас}} < t_{\text{рофп}} ; \quad (3.4.3.8)$$

$$P'_{\text{сп}} = 1 + \frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}{t_{\text{рофп}}} - \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n \cdot t_{\text{рофп}}} ,$$

$$\text{при условии } t_{\text{спас}} > t_{\text{рофп}} \text{ и } n(\text{при } K=0,999) > n > n(\text{при } K=0) ; \quad (3.4.3.9)$$

$$P'_{\text{сп}}=0, \text{ при условии } n \leq \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} . \quad (3.4.3.10)$$

Условия области эффективного применения спасательных устройств (3.4.3.8, 3.4.3.9, 3.4.3.10) можно представить в следующем виде:

$$P'_{\text{сп}} = \begin{cases} 0,999, & \text{если } \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n} + \frac{n \cdot t_{\text{актив}}}{N} = t_{\text{спас}} < t_{\text{рофп}} ; \\ 1 + \frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}{t_{\text{рофп}}} - \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n \cdot t_{\text{рофп}}}, & \text{если } t_{\text{спас}} > t_{\text{рофп}} \text{ и } n(K = 0,999) > n > n(K = 0); \\ 0,000, & \text{если } n \leq \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} . \end{cases} \quad (3.4.3.11)$$

Важно отметить, что помимо технических характеристик средств спасения работников необходимо руководствоваться дополнительными критериями, влияющими на возможность их применения [128].

#### 3.4.4. Расчет вероятности спасения работников с использованием средств спасения с высоты

Для оценки корректности определения вероятности спасения работников с использованием средств спасения с высоты  $P'_{сп}$ , определяемой по формуле (3.4.3.11), рассчитаем  $P'_{сп}$  при различном количестве применения спасательных устройств ( $n$ ) при постоянных значениях характеристик спасательных устройств ( $t_{подг} = 1$  мин.,  $t_{спуск} = 0,1$  мин.,  $t_{актив} = 1,5$  мин.), времени наступления опасных производственных факторов ( $t_{рофп} = 3$  мин.) и постоянного количества спасаемых ( $N = 10$  чел.).

Рассмотрим вероятность спасения работников с использованием 5 средств спасения с высоты  $P'_{сп}$ .

По формуле (3.4.3.3) определим затрачиваемое время на спасение работников:

$$t_{спас} = \frac{N \cdot (t_{подг} + t_{спуск})}{n} + \frac{n \cdot t_{актив}}{N} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{5} + \frac{5 \cdot 1,5}{10} = 2,95 \text{ мин.}$$

Так как согласно формуле (3.4.3.11) выполняется первое условие  $t_{рофп}$  (3 мин.)  $>$   $t_{спас}$  (2,95 мин.), то  $P'_{сп} = 0,999$ .

Остальные условия формулы (3.4.3.11) не выполняются, а именно:

- не выполняется второе условие. Количество спасательных устройств  $n$  при  $K = 0,999$  составляет 4,23, а при  $K = 0$   $n = 1,96$  (количество спасательных устройств  $n$  не округляем до целых чисел для достижения наибольшей точности расчетов), Т. е. рассматриваемые 5 средств спасения не лежат в интервале от 4,23 до 1,96. А также  $t_{рофп}$  (3 мин.)  $>$   $t_{сп}$  (2,95 мин.).

$$n(\text{при } K = 0,999) = \frac{N \cdot (t_{подг} + t_{спуск})}{0,001 \cdot t_{рофп} + t_{подг} + t_{спуск} + t_{актив}} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{0,001 \cdot 3 + 1 + 0,1 + 1,5} = 4,23 \text{ шт.};$$

- не выполняется третье условие:

$$\frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{3 + 1 + 0,1 + 1,5} = 1,96 < 5 \text{ шт.}$$

Рассмотрим вероятность спасения работников с использованием 4 средств спасения с высоты  $P'_{\text{сп}}$ .

По формуле (3.4.3.3) определим затрачиваемое время на спасение работников:

$$t_{\text{спас}} = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n} + \frac{n \cdot t_{\text{актив}}}{N} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{4} + \frac{4 \cdot 1,5}{10} = 3,35 \text{ мин.}$$

Согласно формуле (3.4.3.11) первое условие не выполняется, так как  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (3,35 мин.), то  $P'_{\text{сп}} \neq 0,999$ .

Выполняется второе условие. Количество спасательных устройств  $n$  при  $K=0,999$  составляет 4,23, а при  $K=0$   $n=1,96$ . Т. е. рассматриваемые 4 средства спасения лежат в интервале от 4,23 до 1,96. А также  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (3,35 мин.). С учетом выполнения второго условия вероятность самоспасения работников при помощи спасательных устройств  $P'_{\text{сп}}$  определяется по формуле

$$P'_{\text{сп}} = 1 + \frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}{t_{\text{рофп}}} - \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n \cdot t_{\text{рофп}}} = 1 + \frac{1 + 0,1 + 1,5}{3} - \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{4 \cdot 3} = 0,95.$$

Но не выполняется третье условие, а именно:

$$\frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{3 + 1 + 0,1 + 1,5} = 1,96 < 4 \text{ шт.}$$

По аналогии рассмотрим вероятность спасения работников с использованием 3 средств спасения с высоты  $P'_{\text{сп}}$ .

По формуле (3.4.3.3) определим затрачиваемое время на спасение работников:

$$t_{\text{спас}} = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n} + \frac{n \cdot t_{\text{актив}}}{N} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{3} + \frac{3 \cdot 1,5}{10} = 4,12 \text{ мин.}$$

Согласно формуле (3.4.3.11) первое условие не выполняется, так как  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (4,12 мин.), то  $P'_{\text{сп}} \neq 0,999$ .

Выполняется второе условие. Количество спасательных устройств  $n$  при  $K=0,999$  составляет 4,23, а при  $K=0$   $n=1,96$ . Т. е. рассматриваемые 3 средства спасения лежат в интервале от 4,23 до 1,96. А также  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (4,12 мин.). С учетом выполнения второго условия вероятность самоспасения работников при помощи спасательных устройств  $P'_{\text{сп}}$  определяется по формуле

$$P'_{\text{сп}} = 1 + \frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}{t_{\text{рофп}}} - \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n \cdot t_{\text{рофп}}} = 1 + \frac{1+0,1+1,5}{3} - \frac{10 \cdot (1+0,1)}{3 \cdot 3} = 0,64.$$

Не выполняется третье условие, а именно:

$$\frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} = \frac{10 \cdot (1+0,1)}{3+1+0,1+1,5} = 1,96 < 3 \text{ шт.}$$

Рассмотрим вероятность спасения работников с использованием 2 средств спасения с высоты  $P'_{\text{сп}}$ .

По формуле (3.4.3.3) определим затрачиваемое время на спасение работников:

$$t_{\text{спас}} = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n} + \frac{n \cdot t_{\text{актив}}}{N} = \frac{10 \cdot (1+0,1)}{2} + \frac{2 \cdot 1,5}{10} = 5,8 \text{ мин.}$$

Согласно формуле (3.4.3.11) первое условие не выполняется, так как  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (5,8 мин.), то  $P'_{\text{сп}} \neq 0,999$ .

Выполняется второе условие. Количество спасательных устройств  $n$  при  $K=0,999$  составляет 4,23, а при  $K=0$   $n=1,96$ . Т. е. рассматриваемые 2 средства спасения лежат в интервале от 4,23 до 1,96. А также  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (5,8 мин.). С учетом выполнения второго условия вероятность самоспасения работников при помощи спасательных устройств  $P'_{\text{сп}}$  определяется по формуле

$$P'_{\text{сп}} = 1 + \frac{t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}}{t_{\text{рофп}}} - \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n \cdot t_{\text{рофп}}} = 1 + \frac{1+0,1+1,5}{3} - \frac{10 \cdot (1+0,1)}{2 \cdot 3} = 0,03.$$

Не выполняется третье условие:

$$\frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} = \frac{10 \cdot (1+0,1)}{3+1+0,1+1,5} = 1,96 < 2 \text{ шт.}$$

Рассмотрим вероятность спасения работников с использованием 1 средства спасения с высоты  $P'_{\text{сп}}$ .

По формуле (3.4.3.3) определим затрачиваемое время на спасение работников:

$$t_{\text{спас}} = \frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{n} + \frac{n \cdot t_{\text{актив}}}{N} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{1} + \frac{1 \cdot 1,5}{10} = 11,15 \text{ мин.}$$

Согласно формуле (3.4.3.11) первое условие не выполняется, так как  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (11,15 мин.), то  $P'_{\text{сп}} \neq 0,999$ .

Не выполняется и второе условие. Количество спасательных устройств  $n$  при  $K=0,999$  составляет 4,23, а при  $K=0$   $n=1,96$ . Т. е. рассматриваемое 1 средство спасения не расположено в интервале от 4,23 до 1,96, несмотря на то, что  $t_{\text{рофп}}$  (3 мин.)  $<$   $t_{\text{спас}}$  (11,15 мин.).

В то же время выполняется третье условие, при котором  $P'_{\text{сп}}=0$ , а именно:

$$\frac{N \cdot (t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}})}{t_{\text{рофп}} + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} = \frac{10 \cdot (1 + 0,1)}{3 + 1 + 0,1 + 1,5} = 1,96 > 1 \text{ шт.}$$

Как мы видим, формула (3.4.3.11) позволила математически обосновать расчет вероятности самоспасения работников при помощи спасательных устройств  $P'_{\text{сп}}$  с учетом технических характеристиках устройств ( $t_{\text{подг}}$ ,  $t_{\text{спуск}}$ ,  $t_{\text{актив}}$ ), их количества ( $n$ ) и количества персонала, подлежащего самоспасению ( $N$ ). Приведенные примеры показали, что при уменьшении количества спасательных устройств снижается вероятность самоспасения работников.

### 3.4.5. Расчетная величина риска гибели и травмирования работников с учетом вероятности самоспасения

Расчетная величина индивидуального риска  $Q_v$  с учетом вероятности самоспасения работников посредством спасательных устройств  $P'_{\text{сп}}$  примет вид

$$Q_v = Q_{\text{п}} \cdot (1 - K_{\text{ап}}) \cdot P_{\text{пр}} \cdot (1 - P_{\text{э}}) \cdot (1 - K_{\text{п.з}}) \cdot (1 - P'_{\text{сп}}), \quad (3.4.5.1)$$

где  $Q_{\text{п}}$  – частота возникновения опасных производственных факторов в здании в течение года, определяется на основании статистических данных;

$K_{ап}$  – коэффициент, учитывающий соответствие установок автоматической ликвидации опасных производственных факторов (далее – АУТ) требованиям нормативных документов;

$P_{пр}$  – вероятность присутствия работников в объекте защиты, определяемая из соотношения  $P_{пр} = t_{функц}/24$ , где  $t_{функц}$  – время нахождения работников в здании, в часах,  $t_{функц} \leq 24$  ч. Для многофункциональных зданий, в которых находится более 50 человек, можно предположить, что  $P_{пр} = 1$ ;

$P_э$  – вероятность эвакуации персонала;

$P'_{сп}$  – вероятность эффективного применения спасательных устройств, определяемых по формуле (3.4.3.1);

$K_{п.з}$  – коэффициент, учитывающий соответствие системы защиты, направленной на обеспечение безопасной эвакуации работников, требованиям нормативных документов по охране труда и безопасности [94].

Следует отметить, что в различных странах мира оценка риска основана на различных расчетных методологиях в зависимости от функциональных назначений объектов защиты. Расчетные методологии основаны не только на рисках гибели и (или) травмирования людей, но и на предположительных экологических отрицательных воздействиях. Наибольшего развития по данному направлению достигли Китайские и Американские ученые в силу того, что данными странами наносится значительный экологический ущерб окружающей среде [109, 110].

### **3.4.6. Обоснование и расчет критериев, влияющих на время и вероятность спасения персонала**

Как правило, опасные производственные факторы на работников имеют значительное психологическое воздействие, особенно на персонал, расположенный в загоревшемся здании, и у которого нет возможности покинуть его в штатном режиме. С учетом этого увеличивается время на подготовку к применению средства спасения, происходит задержка при непосредственном

процессе самоспасения, что впоследствии негативно влияет на общее время применения соответствующих средств, которое учитывается при определении вероятности спасения  $P'_{сп}$ . Для этого рассмотрим ряд критериев, влияющих на самоспасение работников и степень их влияния на рассматриваемые параметры.

Критерии по половому признаку, с подкритерием подготовленности персонала приведены в таблице 3.4.6.1.

Таблица 3.4.6.1. – Критерии по половому признаку с подкритерием подготовленности

№ п/п	Наименование критерия	Пол спасаемого	Интервал величины критерия
1.	Возрастные критерии	мужчина	от 0 до 0,9*
		женщина	
2.	Критерии, в части ограничения физических способностей	мужчина	
		женщина	
3.	Критерии, учитывающие психологическую возможность работников	мужчина	
		женщина	
4.	Критерии, учитывающие погодные условия	мужчина	
		женщина	
5.	Критерии внезапности (использование средств неподготовленными работниками, их применение при отсутствии срабатывания систем оповещения)	мужчина	
		женщина	

С учетом введенных критериев, приведенных в таблице 3.4.6.1, индивидуальный риск примет вид

$$Q_v = Q_{п} \cdot (1 - K_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - K_{п.з}) \cdot (1 - P'_{сп}) \cdot (1 - P^{доп}), \quad (3.4.6.1)$$

где  $P^{доп}$  есть среднее значение суммы введенных дополнительных критериев, рассчитываемых по формуле:

$$P^{доп} = \frac{K_{м.возраст}^{доп} + K_{ж.возраст}^{доп} + K_{м.физ}^{доп} + K_{ж.физ}^{доп} + K_{м.психол.}^{доп} + K_{ж.психол.}^{доп} + K_{м.погод.}^{доп} + K_{ж.погод.}^{доп} + K_{м.внезап.}^{доп} + K_{ж.внезап.}^{доп}}{n} \quad (3.4.6.2)$$

ИЛИ

$$P^{доп} = \frac{\sum K^{доп}}{n}, \quad (3.4.6.3)$$

где  $n$  – количество дополнительных введенных коэффициентов, влияющих на психофизическое состояние персонала.

В качестве дополнительных критериев рассматривается степень влияния пола работников, возраста, подготовленности к возможному применению средств спасения в зависимости от этажа здания (сооружения) и погодных условий.

В связи с тем, что практическое определение величин дополнительных критериев не представляется возможным из-за рисков травмирования и гибели персонала с высоты, по данному вопросу проведены теоретические исследования.

Теоретический анализ степени возможности применения средств спасения с высоты проводился посредством письменного опроса более 100 сотрудников государственной противопожарной службы и федерального государственного пожарного надзора МЧС России, непосредственно участвующих в спасении людей при проведении аварийно-спасательных работ, анализе требований и мероприятий по обеспечению безопасности работников и объектов, при возможном и непосредственном влиянии опасных факторов.

Для теоретического исследования разработана форма (таблица 3.4.6.2) для определения  $R^{доп}$ , в которую, по результатам анкетирования сотрудников МЧС России, внесены значения от 0 до 0,9 с шагом 0,1, т. е. 0; 0,1; 0,2; ... 0,9.

Таблица 3.4.6.2. – Обобщенная форма со значениями дополнительных критериев применения средств спасения с высоты ( $K^{доп}$ )

Критерии		Мужчины				Женщины			
Возраст	Время года; подготовленность персонала	этаж самоспасения							
		2-й	3-й	4-й	5-й	2-й	3-й	4-й	5-й
20-30 лет	Зима	0,8	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,5
	Лето	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8	0,6	0,5
	Обученные	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
	Не подготовленные	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4
31-40 лет	Зима	0,7	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4
	Лето	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5
	Обученные	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6
	Не подготовленные	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3

Критерии		Мужчины				Женщины			
Возраст	Время года; подготовленность персонала	этаж самоспасения							
		2-й	3-й	4-й	5-й	2-й	3-й	4-й	5-й
41-50 лет	Зима	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3
	Лето	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
	Обученные	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
	Не подготовленные	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2
51-60 лет	Зима	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
	Лето	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
	Обученные	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3
	Не подготовленные	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
61-70 лет	Зима	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
	Лето	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
	Обученные	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
	Не подготовленные	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1

Как мы видим, дополнительные критерии, влияющие на риск, незначительно изменяются от времени года. В большей мере имеет значение подготовленность персонала к возможности самоспасения, что указывает на актуальность необходимости проведения дополнительного обучения персонала.

Хотелось бы обратить внимание, что работники, связанные с непосредственной ликвидацией опасных производственных факторов оценили возможность обеспечения безопасности персонала с помощью средств спасения с высоты значительно выше, чем сотрудники, осуществляющие государственный надзор [128].

### **3.4.7. Расчетная величина индивидуального риска средствами спасения работников с высоты**

В целях определения области применения методики по влиянию средств спасения работников с высоты на расчетную величину индивидуального риска угольных предприятий проведем ряд математических исследований в части

достижения охраны труда и безопасности объекта при невозможности эвакуации из здания всех работников, до наступления опасных факторов исходя из опасности производственной нагрузки [130].

Из наихудших рассматриваемых условий при невозможности передвижения персонала в безопасную зону до блокирования путей эвакуации вероятность эвакуации работников равна нулю ( $P_э=0$ ). Системы защиты исправны.

Т. к. областью исследования является обеспечение охраны труда и безопасности в различных поверхностных зданиях и сооружениях угольных предприятиях, где работники могут находиться в любое время суток для обеспечения непрерывного технологического процесса, то вероятность нахождения персонала принимаем равной единице ( $P_{пр}=1$ ).

С учетом вышеизложенных условий, характерных для предприятий угольной промышленности, расчетная величина индивидуального риска примет значение

$$Q_B = Q_{п} \cdot (1-K_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1-P_э) \cdot (1-K_{п.з}) = 0,04 \cdot (1-0,9) \cdot 1 \cdot (1-0) \cdot (1-0,87) = 5,2 \cdot 10^{-4}.$$

Как мы видим, расчетная величина риска значительно выше нормируемой ( $10^{-6}$ ), в том числе при выполнении систем защиты в соответствии с нормативно-техническими актами Российской Федерации.

Рассмотрим расчетную величину индивидуального риска с учетом средств спасения с высоты. Для этого применим значения вероятности эффективного применения спасательных устройств ( $P'_{сп}$ ) без учета влияния дополнительных критериев ( $P^{доп}=0$ ) по формуле

$$Q_B = Q_{п} \cdot (1-K_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1-P_э) \cdot (1-K_{п.з}) \cdot (1-P'_{сп}). \quad (3.4.7.1)$$

При  $P'_{сп}=0,999$   $Q_B = 0,52 \cdot 10^{-6}$ , что  $< 10^{-6}$  – условия безопасности соответствуют требованиям, установленным техническим регламентом о требованиях охраны труда и безопасности.

При  $P'_{сп}=0,998$   $Q_B = 1,04 \cdot 10^{-6}$ , что  $> 10^{-6}$  – условия безопасности не обеспечиваются.

Фактически при значениях вероятности эффективного применения спасательных устройств ( $P'_{сп}$ ) от 0,998 и ниже безопасность работников не обеспечивается. Вместе с этим данное условие не отражает дополнительные критерии, влияющие на возможность применения средств спасения, таких как пол, возраст, подготовленность работников, время года.

С учетом последнего условия рассмотрим расчетную величину индивидуального риска с учетом средств спасения с высоты, для этого зададим значения вероятности эффективного применения спасательных устройств на пограничном значении ( $P'_{сп}=0,998$ ) с учетом влияния дополнительных критериев ( $P^{доп}$ ) по формуле

$$Q_v = Q_n \cdot (1 - K_{ап}) \cdot P_{пр} \cdot (1 - P_э) \cdot (1 - K_{п.з}) \cdot (1 - P'_{сп}) \cdot (1 - P^{доп}). \quad (3.4.7.2)$$

Так при  $P^{доп} = 0,9$ ,  $Q_v = 0,1 \cdot 10^{-6}$ , что  $< 10^{-6}$  – условия безопасности соответствуют; при  $P^{доп} = 0,1$   $Q_v = 0,93 \cdot 10^{-6}$ , что  $< 10^{-6}$  – условия безопасности также соответствуют.

С учетом проведенных математических исследований доказано положительное влияние средств спасения работников с высоты на расчетную величину индивидуального риска [128].

### Выводы по главе

1. Рассмотрены перспективы применения средств спасения работников горных предприятий при возникновении опасных производственных факторов.
2. Приведены основные технические характеристики и область эффективного применения средств спасения работников.
3. Обоснована необходимость использования средств спасения с высоты на угольных предприятиях в современных условиях.
4. Изложена методика использования средств спасения работников угольной отрасли при возникновении опасных производственных факторов и их влияние на величину индивидуального риска.

## **ГЛАВА 4. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТНИКОВ**

Для определения области применения и установления целесообразности использования предлагаемого способа оценки охраны труда и безопасности работников и методики социально-экономического выбора средств спасения персонала из зданий и сооружений угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий необходимо провести ряд исследований на основе аналитических моделей [131-134].

Аналитический способ моделирования состоит из двух основных этапов:

- построение схемы исследуемого объекта;
- построение математического описания данной схемы.

Принципиальные проблемы моделирования решаются на первом (неформальном) этапе, а второй является процедурой преобразования форм представления моделей, что позволяет разработать и использовать различные компьютерные программы автоматизации составления уравнений по схемам.

Так как необходимо учитывать свойства объекта, а именно обеспечения персонала средствами спасения, следует построить экспериментальную модель реально существующего объекта (производственного или административного здания, сооружения шахты, разреза, обогатительной фабрики), который физически не может быть приведен к требованиям, установленным нормативно-правовыми актами Российской Федерации. Исходя из наихудших условий, в данных зданиях опасные производственные факторы наступают значительно быстрее, чем может быть проведена эвакуация персонала. Вместе с этим необходимо определить временные затраты на расчет обеспечения безопасности работников в случае возникновения опасных производственных факторов и социально-экономическая эффективность выбранных средств спасения.

#### 4.1. Математическая модель способа оценки охраны труда и безопасности работников на предприятиях угольной промышленности

На основе вышеприведенных принципов моделирования построим аналитическую модель предлагаемого способа оценки охраны труда и безопасности объекта (производственного или административного здания, сооружения шахты, разреза, обогатительной фабрики).

Для построения данной модели рассмотрим равенство оценки качественного показателя эвакуации работников

$$K = 1 - \frac{t_{\text{в}}}{t_{\text{рофп}}} \quad (4.1)$$

Подставив временные значения во время выхода работников в безопасную зону и расчетное время наступления опасных факторов, можно получить значения коэффициента безопасности охраны труда, приведенные в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Значения коэффициента безопасности охраны труда  $K$  в зависимости о времени выхода работников в безопасную зону и расчетного времени наступления опасных факторов

$t_{\text{в}}, \text{мин}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$t_{\text{рофп}}, \text{мин}$
10	-9,00	-4,00	-2,33	-1,50	-1,00	-0,67	-0,43	-0,25	-0,11	0,00	
9	-8,00	-3,50	-2,00	-1,25	-0,80	-0,50	-0,29	-0,13	0,00	0,10	
8	-7,00	-3,00	-1,67	-1,00	-0,60	-0,33	-0,14	0,00	0,11	0,20	
7	-6,00	-2,50	-1,33	-0,75	-0,40	-0,17	0,00	0,13	0,22	0,30	
6	-5,00	-2,00	-1,00	-0,50	-0,20	0,00	0,14	0,25	0,33	0,40	
5	-4,00	-1,50	-0,67	-0,25	0,00	0,17	0,29	0,38	0,44	0,50	
4	-3,00	-1,00	-0,33	0,00	0,20	0,33	0,43	0,50	0,56	0,60	
3	-2,00	-0,50	0,00	0,25	0,40	0,50	0,57	0,63	0,67	0,70	
2	-1,00	0,00	0,33	0,50	0,60	0,67	0,71	0,75	0,78	0,80	
1	0,00	0,50	0,67	0,75	0,80	0,83	0,86	0,88	0,89	0,90	

Используя значения таблицы 4.1, построим аналитическую трехмерную модель коэффициента безопасности охраны труда  $K$ .

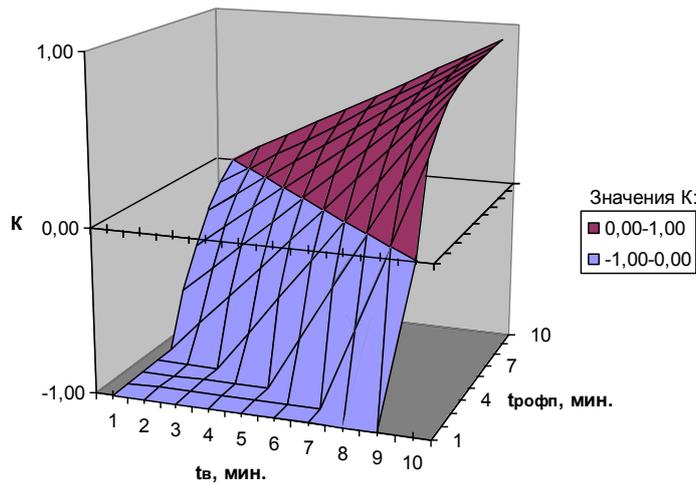


Рисунок 4.1 – Диаграмма аналитической трехмерной модели коэффициента безопасности охраны труда К

Из данной аналитической модели видно, что при значениях коэффициента безопасности охраны труда К выше нуля безопасность работников считается обеспеченной [135, 136].

#### 4.2. Математическая модель обеспечения работников средствами спасения

С учетом требований по моделированию построим аналитическую модель предлагаемой методики обеспечения работников предприятий угольной отрасли средствами спасения при возникновении опасных производственных факторов. Для построения модели данной методики используем следующую формулу определения минимально необходимого количества средств спасения в зависимости от расчетных значений наступления опасных факторов с учетом коэффициента безопасности охраны труда К:

$$n = \frac{[t_{\text{подг}} + (H_{\text{спуск}}/V_{\text{спуск}})] \cdot N}{t_{\text{рофп}} \cdot (1-K) + t_{\text{подг}} + (H_{\text{спуск}}/V_{\text{спуск}}) + t_{\text{актив}}} \quad (4.2)$$

где n – количество спасательных устройств одного типа, шт.;

N – расчетное количество работников, не имеющих возможности покинуть сооружение в штатном режиме, чел.;

$t_{\text{подг}}$  – время подготовки работников к спуску (прыжку) на спасательном устройстве после спуска (прыжка) предыдущего человека, мин.;

$t_{\text{актив}}$  – время подготовки спасательного устройства к действию, перевод его из режима ожидания в работоспособное состояние, мин.;

$H_{\text{спуск}}$  – высота спуска (равная количеству этажей, умноженная на высоту этажа), м;

$V_{\text{спуск}}$  – скорость спуска, м/мин.;

$t_{\text{рофп}}$  – время, которое возможно предварительно рассчитать для типичных объектов от начала возникновения опасных производственных факторов до наступления опасных факторов, имеющих предельно допустимые для персонала значения, мин.

В данное выражение будут подставлены значения характеристик соответствующих средств спасения, приведенных в таблице 4.2.1. Так как построение модели будет осуществляться для одного работника и с учетом минимально необходимого количества средств спасения, то значение  $N$  принимается равным 1 и значение коэффициента безопасности охраны труда  $K$  принимается равным 0.

Таблица 4.2.1. – Характеристики средств спасения

Тип устройства	Канатно-спусковые устройства с автоматическим регулированием скорости спуска	Канатно-спусковые устройства с ручным регулированием скорости спуска	Лестницы навесные спасательные	Прыжковые средства спасения (пневматические маты)	Спасательные устройства на базе эластичного рукава	Спасательные устройства на базе спирального рукава	Трапы, желоба
$t_{\text{подг}}$ , мин.	1	1,5	1	0,5	0,3	0,3	0,3
$t_{\text{актив}}$ , мин.	1,5	2,5	1	5,5	1,5	1,5	2
$V_{\text{спуск}}$ , м/с	1	2,5	0,3	Свободное падение*	2,0*	0,5*	3,0*
				*2 чел. в мин.	*10 чел. в мин.	*5 чел. в мин.	*5 чел. в мин.

Подставив значения таблицы 4.2.1 в выражение 4.2, получим построение табличных и трехмерных моделей минимально необходимого количества

канатно-спусковых устройств с автоматическим и ручным регулированием скорости спуска, лестниц навесных спасательных на одного работника, приведенных в таблицах 4.2.2 - 4.2.4 и рисунках 4.2.1 - 4.2.3.

Таблица 4.2.2 – Минимально необходимое количество канатно-спусковых устройств с автоматическим регулированием скорости спуска на одного работника

$t_{\text{рофп, мин.}}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$H_{\text{спуск, м}}$
10	0,07	0,14	0,19	0,24	0,29	0,32	0,36	0,39	0,42	0,44	
9	0,08	0,15	0,21	0,26	0,30	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	
8	0,09	0,16	0,22	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	
7	0,10	0,17	0,24	0,30	0,34	0,39	0,42	0,46	0,49	0,51	
6	0,11	0,19	0,26	0,32	0,37	0,41	0,45	0,48	0,51	0,54	
5	0,12	0,21	0,29	0,35	0,40	0,44	0,48	0,52	0,55	0,57	
4	0,13	0,24	0,32	0,38	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,61	
3	0,15	0,27	0,35	0,42	0,48	0,52	0,56	0,59	0,62	0,65	
2	0,18	0,31	0,40	0,47	0,53	0,57	0,61	0,64	0,67	0,69	
1	0,22	0,36	0,46	0,53	0,59	0,63	0,67	0,70	0,72	0,74	

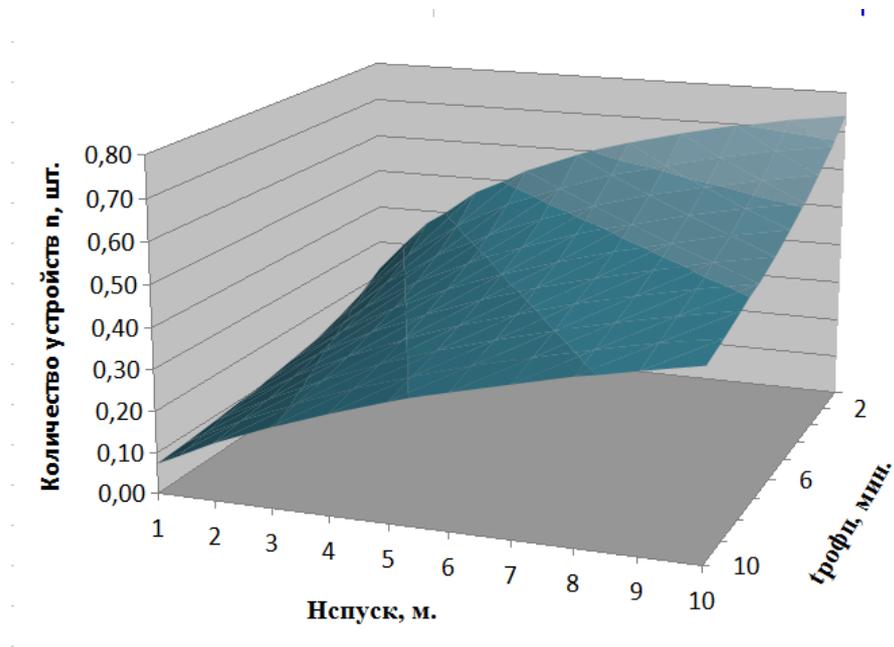


Рисунок 4.2.1 – Диаграмма аналитической трехмерной модели минимально необходимого количества канатно-спусковых устройств с автоматическим регулированием скорости спуска на одного работника

Таблица 4.2.3 – Минимально необходимое количество канатно-спусковых устройств с ручным регулированием скорости спуска на одного работника

$t_{p\text{ офп}}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$H_{\text{спуск}}$
10	0,04	0,08	0,12	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	
9	0,04	0,09	0,13	0,16	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	0,35	
8	0,05	0,09	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,38	
7	0,05	0,10	0,15	0,19	0,23	0,27	0,30	0,34	0,37	0,40	
6	0,06	0,11	0,16	0,21	0,25	0,29	0,33	0,36	0,40	0,43	
5	0,06	0,12	0,18	0,23	0,27	0,32	0,36	0,39	0,43	0,46	
4	0,07	0,14	0,20	0,25	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,50	
3	0,08	0,15	0,22	0,28	0,33	0,38	0,43	0,47	0,51	0,55	
2	0,09	0,18	0,25	0,32	0,38	0,43	0,48	0,52	0,56	0,60	
1	0,11	0,21	0,29	0,36	0,43	0,49	0,54	0,59	0,63	0,67	

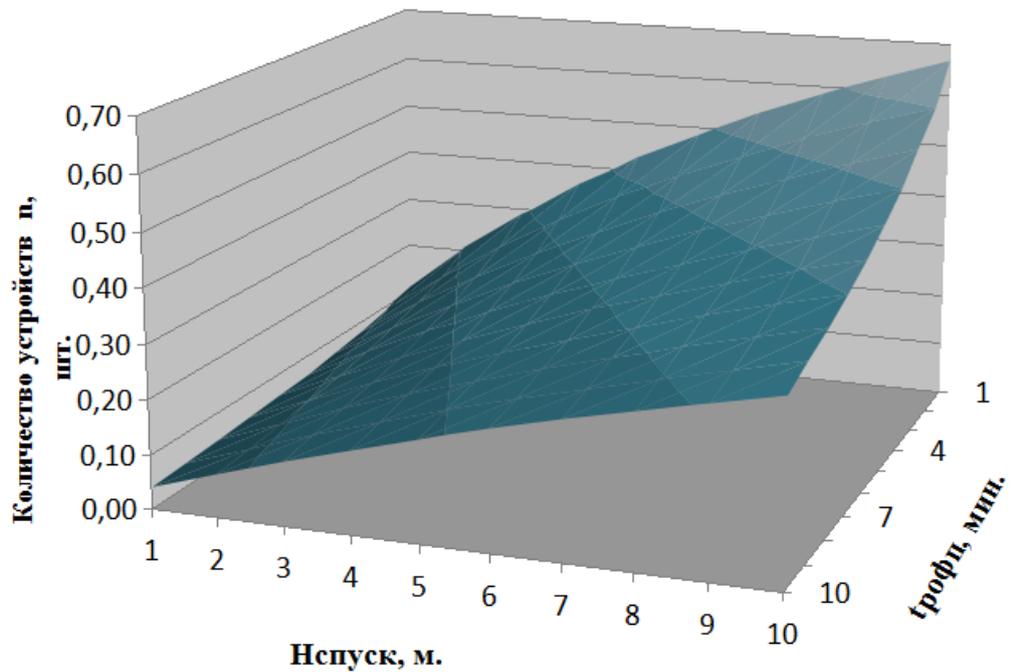


Рисунок 4.2.2 – Диаграмма аналитической трехмерной модели минимально необходимого количества канатно-спусковых устройств с ручным регулированием скорости спуска на одного работника

Таблица 4.2.4 – Минимально необходимое количество навесных спасательных лестниц на одного работника

$t_{\text{рофп, мин.}}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$H_{\text{спуск, м}}$
10	0,22	0,36	0,45	0,53	0,58	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	
9	0,23	0,38	0,48	0,55	0,60	0,65	0,68	0,71	0,73	0,75	
8	0,25	0,40	0,50	0,57	0,63	0,67	0,70	0,73	0,75	0,77	
7	0,27	0,43	0,53	0,60	0,65	0,69	0,72	0,75	0,77	0,79	
6	0,29	0,45	0,56	0,63	0,68	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	
5	0,32	0,49	0,59	0,66	0,70	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	
4	0,36	0,53	0,63	0,69	0,74	0,77	0,80	0,82	0,83	0,85	
3	0,40	0,57	0,67	0,73	0,77	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	
2	0,45	0,63	0,71	0,77	0,81	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	
1	0,53	0,69	0,77	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	

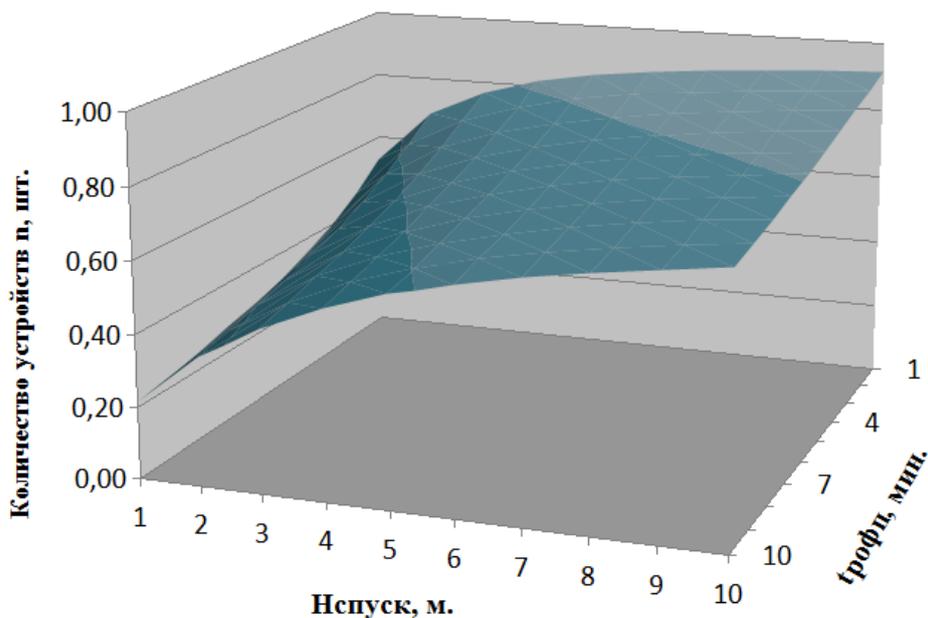


Рисунок 4.2.3 – Диаграмма аналитической трехмерной модели минимально необходимого количества навесных спасательных лестниц на одного работника

Из данных аналитических моделей видно, что выбор минимально необходимого количества средств спасения не имеет линейное значение, т.е. приблизительно подобрать средства спасения не представляется возможным, значения будут грубыми, что может привести к негативным последствиям.

Данное подтверждает необходимость проведения соответствующих математических расчетов.

#### **4.3. Экспериментальная модель действующего объекта**

Для убедительности исследований и подтверждения соответствия аналитических моделей построим экспериментальную модель действующего объекта: административное здание шахтоучастка «Октябрьский» АО «Шахта «Заречная», расположенное по адресу ул. Макаренко 2, г. Польшаево, Кемеровская область.

Данное здание 3-этажное, высота помещений составляет 4 м. Система оповещения работников в данном здании смонтирована с нарушениями нормативно-технических актов.

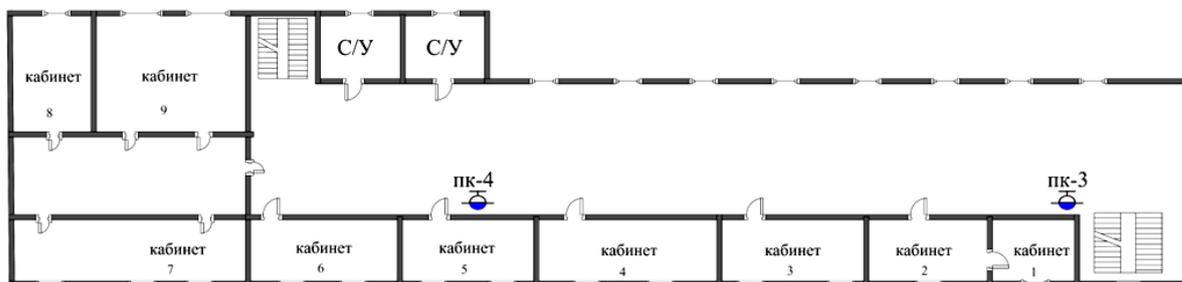
В связи с тем, что с 1-го этажа при наступлении опасных производственных факторов до окончания эвакуации работники могут спастись через оконные проемы, исследования проведем для 2-го и 3-го этажей. Поэтажная план-схема проектного решения приведена на рисунке 4.3.

План-схема 2-го этажа



масштаб 1:200

План-схема 3-го этажа



масштаб 1:200

Рисунок 4.3 – План схема 2-го, 3-го этажей административного здания шахтоучастка «Октябрьский» АО «Шахта «Заречная»

Порядок проведения расчета по разработанному способу (модели):

1. Создается карта объекта, в которую внесены геометрические и физические характеристики обследуемых помещений: площадь помещения, высота помещения, этаж, на котором находится помещение, степень огнестойкости здания (таблица 4.3.1).

Таблица 4.3.1 – Карта административного здания шахтоучастка «Октябрьский» АО «Шахта «Заречная»

№ помещения	Степень огнестойкости 3-4	
	Площадь S, м <sup>2</sup>	Высота H, м
2-й этаж		
1	140	4
2	29	4
3	60	4
4	29	4
5	61	4
6	30	4
7	26	4
8	60	4
9	73	4
10	45	4
11	96	4
12	5	4
13	114	4
14	10	4
15	14	4
16	16	4
17	13	4
18	10	4
19	12	4
20	137	4
21	44	4
22	43	4
23	25	4
24	25	4
25	15	4
26	77	4
27	69	4
28	50	4
29	157	4
3-й этаж		
1	29	4
2	30	4
3	57	4
4	62	4
5	61	4
6	60	4
7	104	4

№ помещения	Степень огнестойкости 3-4	
	Площадь S, м <sup>2</sup>	Высота H, м
8	34	4
9	63	4

2. Определяется минимально необходимое количество средств спасения из помещений до наступления опасных производственных факторов по табличным значениям (Приложение № 1 к диссертационной работе).

Коридоры во внимание не принимаются, так как рассматривается наихудшее условие, при котором работники до наступления опасных производственных факторов не успеют покинуть помещения.

3. Определяем наиболее экономически выгодное минимально необходимое количество средств исходя из стоимости устройств (таблица 4.3.2).

Таблица 4.3.2 – Минимально необходимое количество средств спасения и их стоимость

№ помещения	Канатно-спусковые устройства с автоматическим регулированием скорости спуска		Канатно-спусковые устройства с ручным регулированием скорости спуска		Лестницы спасательные навесные	
	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс.р.	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс.р.	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс.р.
2-й этаж						
1	9	<b>135</b>	4	320	33	165
2	1	<b>15</b>	1	80	5	25
3	3	<b>45</b>	1	80	10	50
4	1	<b>15</b>	1	80	5	25
5	3	<b>45</b>	1	80	10	50
6	1	<b>15</b>	1	80	5	25
7	1	<b>15</b>	1	80	5	25
8	3	<b>45</b>	1	80	10	50
9	3	<b>45</b>	1	80	12	60
10	2	<b>30</b>	1	80	9	45
11	5	<b>75</b>	2	160	17	85
12	1	<b>15</b>	1	80	2	<b>10</b>
13	5	<b>75</b>	2	160	17	85

№ помещения	Канатно-спусковые устройства с автоматическим регулированием скорости спуска		Канатно-спусковые устройства с ручным регулированием скорости спуска		Лестницы спасательные навесные	
	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс.р.	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс.р.	Кол-во, шт.	Стоимость, тыс.р.
14	1	15	1	80	2	<b>10</b>
15	1	15	1	80	2	<b>10</b>
16	1	<b>15</b>	1	80	3	15
17	1	15	1	80	2	<b>10</b>
18	1	15	1	80	2	<b>10</b>
19	1	15	1	80	2	<b>10</b>
20	5	<b>75</b>	2	160	17	85
21	2	<b>30</b>	1	80	9	45
22	2	<b>30</b>	1	80	9	45
23	1	<b>15</b>	1	80	5	25
24	1	<b>15</b>	1	80	5	25
25	1	15	1	80	2	<b>10</b>
26	4	<b>60</b>	2	160	14	70
27	3	<b>45</b>	1	80	12	60
28	2	<b>30</b>	1	80	9	45
29	7	<b>105</b>	3	240	25	125
3-й этаж						
1	2	<b>30</b>	1	80	7	35
2	2	<b>30</b>	1	80	7	35
3	4	<b>60</b>	2	160	14	70
4	4	<b>60</b>	2	160	14	70
5	4	<b>60</b>	2	160	14	70
6	4	<b>60</b>	2	160	14	70
7	7	<b>105</b>	3	240	23	115
8	2	<b>30</b>	1	80	7	35
9	4	<b>60</b>	2	160	14	70
Σ	105	1575	54	4320	374	1870

Из таблицы 4.3.2 видно, что для обеспечения охраны труда и безопасности работников, независимо от состояния путей эвакуации, с учетом неисправного состояния автоматических систем защиты, необходимо 98 канатно-спусковых устройств с автоматическим регулированием скорости спуска и 14 навесных спасательных лестниц на общую сумму 1 540 тысяч рублей.

#### **4.4. Исследование временных затрат на проведение расчетов по стандартному и предлагаемому способу оценки обеспечения охраны труда и безопасности работников**

Проведя ряд математических расчетов установлено, что временные затраты на расчеты по разработанному способу в 10 раз меньше, чем по стандартной методике. Так, затрачиваемое время на оценку обеспечения безопасности работников по стандартной методике составляет 1 200 мин. или 2,5 рабочих дня, по разработанному способу 120 мин. или 0,25 рабочих дня. Трудозатраты производились без применения программного обеспечения из-за дороговизны его использования.

Разработанный расчетный способ, выполненный в виде экспресс-оценки обеспечения безопасности людей при помощи средств спасения, значительно проще стандартной методике со сложными математическими вычислениями. Данный способ удовлетворяет требования нормативно-правовых и технических актов Российской Федерации.

Необходимо отметить, что при расчетах величины коэффициента достоверности аппроксимации, варьируются от 0,98 (с точностью до 2 %) до 1 (идеальная точность).

При определении расчетной величины индивидуального риска с учетом имеющихся нарушений требований в области охраны труда и безопасности (без учета систем защиты) в рассматриваемом административном здании шахтоучастка «Октябрьский» АО «Шахта «Заречная» установлено, что величина риска составляет  $3,5 \cdot 10^{-3}$ , а это значительно превышает нормативное значение. При приведении системы защиты в исправное состояние, которая учитывается в стандартной расчетной методике (сигнализация, средства оповещения и управления эвакуацией работников, противодымная защита), значение индивидуального риска также превышает нормативные показатели и составляют  $1,45 \cdot 10^{-5}$ .

Вышеизложенное указывает на то, что средства спасения являются той подсистемой защиты, которая обеспечивает безопасность работников при малоэффективности других подсистем [100, 137].

#### **4.5. Экономический анализ по обеспечению охраны труда и безопасности работников при оснащении помещений средствами спасения**

Для подтверждения экономической целесообразности применения индивидуальных средств спасения по сравнению с выполнением требований в области безопасности необходимо сравнить финансовые затраты на данные мероприятия.

Согласно предписанию государственного надзора, обязательного к исполнению на период 2017 года, для повышения уровня безопасности административного здания шахтоучастка «Октябрьский» АО «Шахта «Заречная» необходимо выполнить противопожарные мероприятия на 3 млн рублей.

В данном предписании изложены следующие нарушения в области обеспечения безопасности персонала:

1. Автоматическая сигнализация находится в неисправном состоянии, чем нарушен пункт 9 Таблицы А.1 Приложения А СП 5.13130.2009; статья 54 Федерального закона Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ;

2. Система оповещения и управления эвакуацией персонала находится в неисправном состоянии, чем нарушен пункт 16 Таблицы 2 Раздела 7 СП 3.13130.2009; статьи 54, 84 Федерального закона Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ;

3. На втором этаже в общем коридоре на путях эвакуации для покрытия пола применены материалы с более высокой опасностью (дерево, линолеум), чем нарушен п. 6.25 СНиП 21-01-97;

4. В лестничных клетках не предусмотрены двери с приспособлением для самозакрывания и с уплотнением в притворах, чем нарушен п. 6.18 СНиП 21-01-97;

5. На путях эвакуации не предусмотрен пандус с уклоном не более 1:6 (эв. выход № 5), чем нарушен п. 6.28 СНиП 21-01-97;

6. Для лестницы, ведущей в архив, не предусмотрена ширина проступи не менее 25 см, а высота ступени не более 22 см, чем нарушен п. 6.30 СНиП 21-01-97;

7. Не предусмотрен предел огнестойкости лестничного марша и площадки к архиву с пределом огнестойкости не менее R 45, чем нарушен п. 5.19 СНиП 21-01-97;

8. Не предусмотрен выход на кровлю через люк 2-го типа размером не менее 0,6 x 0,8 м, чем нарушен п. 8.4 СНиП 21-01-97;

9. Планы эвакуации работников выполнены не на основе фотолюминесцентных материалов, чем нарушен п. 6.2.7, п. 4.1, п. 4.3, п. 6.24 ГОСТ Р 12.2.143-2009.

В ходе рассмотрения предлагаемых мероприятий, установлено, что выполнение предписания не обеспечивает допустимый уровень безопасности работников, находящихся в административном здании шахтоучастка «Октябрьский» акционерного общества «Шахта» Заречная». При выполнении пунктов 1, 2 данного предписания значение индивидуального риска выше требуемого. Так, требования, изложенные в пунктах 3–9 предписания, не учитываются при оценке индивидуального риска. Данные нарушения не влияют на обеспечение безопасности работников шахты с учетом применения средств спасения.

По ранее проведенным расчетам согласно предлагаемому способу установлено, что для обеспечения безопасности работников, находящихся в административном здании шахтоучастка «Октябрьский» АО «Шахта «Заречная», необходимо 98 канатно-спусковых устройств с автоматическим регулированием скорости спуска и 14 навесных спасательных лестниц на общую сумму 1 540 тысяч рублей, что значительно экономически целесообразней по сравнению с необходимостью затрат 3 млн рублей на выполнение всех требований в области безопасности.

Сравнительный анализ финансовых затрат показал явное преимущество обеспечения безопасности работников с помощью использования средств спасения с высоты по сравнению с выполнением всех существующих требований в области безопасности.

### **Выводы по главе**

Описанные практические исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Предварительная подготовка информации по выбору средств спасения может быть использована при оперативных решениях по обеспечению безопасности работников.

2. Логическим завершением исследования является разработка алгоритма определения минимально необходимого количества средств спасения.

3. Использование средств спасения дает не только социальный, но и значительный экономический эффект.

4. Для применения способа оценки уровня охраны труда и безопасности работников на основе управления производственными рисками не требуется специальных знаний. Оценка выполняется за счет простых расчетов и как следствие, минимальных временных затрат.

5. Данные исследования подтверждены эффективностью их практического применения.

## **ГЛАВА 5. АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ С ВЫСОТЫ**

С учетом вышеприведенных сведений, изложенных в главе 2, в настоящее время актуальным вопросом является обеспечение охраны труда и безопасности работников, находящихся в зданиях и сооружениях предприятий угольной отрасли [138, 139]. Существующее негативное положение сложилось из-за износа оборудования и зданий предприятий отрасли, функционирующих не один десяток лет. Вместе с этим Кемеровская область характеризуется значительным количеством угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, являющихся объектами жизнеобеспечения населения. Порядка 50 % зданий и строений данных предприятий не соответствуют установленным требованиям в области безопасности [1, 14]. Фактическое состояние более 200 зданий и строений, находящихся на территории около 130 предприятий угольной промышленности, не обеспечивает безопасность персонала.

При оценке соответствия объекта (здания, сооружения шахты, разреза, обогатительной фабрики) требованиям безопасности необходимо знать, что каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения безопасности [12].

При оценке соответствия безопасности персонала, зданий и сооружений необходимо руководствоваться нормативно-правовыми актами Российской Федерации [140-151].

Рассмотрев систему обеспечения безопасности работников, находящихся в зданиях, сооружениях на предприятиях угольной отрасли, а также требования безопасности, установленные нормативно-правовыми актами Российской Федерации, возникает ряд основных проблем, решение которых позволит исключить ошибочные действия при оценке пожаробезопасности объектов защиты.

К данным проблемам относятся:

1. Наличие большого количества нормативно-технической документации, регламентирующей детерминированные требования (обусловленные исполнением «жестко» определенных требований) в области охраны труда и безопасности.

2. Методики по оценке рисков, основанные на вероятностных критериях, а также имеющие сложные математические расчеты.

3. Отсутствуют оценки соответствия безопасности людей в условиях невозможности приведения объектов к условиям соответствия вероятностных и (или) детерминированных критериев.

Для решения данных проблем необходимо выяснить какой опасный производственный фактор имеет наибольшее влияние на безопасность работников.

После проведения ряда расчетов было установлено, что опасные факторы наиболее быстро наступают по потере видимости. Данный факт подтверждается низкой эффективностью применения средств индивидуальной защиты, а также средств управления работниками при их эвакуации в безопасную зону в случае возникновения опасности на рабочем месте, в здании или сооружении предприятия угольной отрасли [129].

Исходя из вышеизложенного, а также из порядка реализации основополагающих законодательных и нормативно-правовых актов с требованиями в области охраны труда работников, безопасности, можно выделить область актуальности применения средств спасения персонала [96, 97].

Но перед разработкой методики по определению требуемого количества и типов средств спасения необходимо определить качественную оценку соответствия объекта требованиям безопасности – оценку безопасности работников [1]. При разработке оценки безопасности работников необходимо решить следующие задачи:

1. Обеспечить целенаправленность документов нормативно-правовой базы, действующей в области охраны труда, пожарной безопасности, в том числе выделив из них документы по оценке безопасности зданий и строений.

2. Обеспечить область применения норм для различных этапов жизненного

цикла объектов проектирования, строительства и эксплуатации зданий и строений.

3. Категорировать нормы на основе функционального назначения объектов.

4. Разделить нормы на обязательные и рекомендательные.

5. Ввести обязательную оценку безопасности зданий и плана профилактических мероприятий для зданий и строений, включающую социально-экономические аспекты.

6. Для повышения эффективности профилактических мероприятий разработать «Методические указания плана профилактических мероприятий».

С учетом данных задач предлагается следующая оценка безопасности работников при возникновении пожара на предприятиях угольной отрасли.

Условия эвакуации людей выполняются при реализации неравенства

$$t_v < t_{рофп} \Rightarrow t_v/t_{рофп} < 1, \quad (5.1)$$

где  $t_v$  – время от начала движения работников до выхода в безопасную зону, мин.;  $t_{рофп}$  – время от начала наступления опасных производственных факторов до наступления опасных факторов, имеющих предельно допустимые для персонала значения, мин.

В данном случае эвакуация работников выполняется до наступления опасных факторов при значении  $1 - t_v/t_{рофп}$  выше нуля:  $1 - t_v/t_{рофп} > 0$ .

Условия эвакуации работников не выполняются при реализации следующего неравенства:

$$t_v \geq t_{рофп} \Rightarrow t_v/t_{рофп} \geq 1. \quad (5.2)$$

В данном случае эвакуация не выполняется до наступления опасных факторов при значении  $1 - t_v/t_{рофп}$  ниже (равно) нуля:  $1 - t_v/t_{рофп} \leq 0$ .

Исходя из вышеприведенных условий можно вывести качественный показатель оценки безопасности людей – коэффициент безопасности охраны труда (К), который будет равен  $1 - t_v/t_{рофп}$ .

Из текущего равенства видно, что безопасность работников выполняется, если коэффициент  $K \geq 0$ , если  $K < 0$  – не выполняется. При значении

коэффициента  $K = 0$  выполняется условие минимально необходимых требований [15], т. е. выполняется условие  $t_b = t_{p\text{ офп}}$ .

Эффективность предлагаемой оценки состоит в следующем:

1. Отсутствуют сложные математические расчеты.
2. Установлен качественный показатель оценки безопасности персонала.
3. С введением коэффициента безопасности охраны труда появилась возможность сопряжения характеристик средств спасения с параметрами наступления опасных производственных факторов.
4. Применение данной оценки позволило разработать предлагаемый способ обеспечения работников средствами спасения для исключения риска отравления, травмирования.

Ранее изложенное в главе 3 выражение по расчету минимально необходимого количества средств спасения в зависимости от наступления опасных факторов с учетом коэффициента безопасности охраны труда  $K$  можно представить в следующем виде:

$$n = \frac{(t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}}) \cdot N}{t_{\text{рофп}} \cdot (1 - K) + t_{\text{подг}} + t_{\text{спуск}} + t_{\text{актив}}} \Rightarrow n = \frac{[t_{\text{подг}} + (H_{\text{спуск}}/V_{\text{спуск}})] \cdot N}{t_{\text{рофп}} \cdot (1 - K) + t_{\text{подг}} + (H_{\text{спуск}}/V_{\text{спуск}}) + t_{\text{актив}}} \quad (5.3)$$

Проведя расчет времени наступления опасных факторов ( $t_{\text{рофп}}$ ) в зависимости от площади и высоты помещения для зданий I-II степеней огнестойкости, а также для зданий III-IV степеней огнестойкости, подставим найденные значения наступления опасных факторов ( $t_{\text{рофп}}$ ) в выражение по расчету минимально необходимого количества средств спасения в зависимости от наступления опасных производственных факторов с учетом коэффициента безопасности охраны труда  $K$ .

Стало возможным определение минимально необходимого количества средств спасения работников (при  $K=0$ ) из зданий I-II степеней огнестойкости в зависимости от площади помещения, этажности здания и высоты этажа, и из зданий III-IV степеней огнестойкости.

Затем сводим в таблицу расчеты, при которых значения  $K=0$ , т. к. это условие отражает минимально необходимое количество средств спасения работников (таблица 5.1).

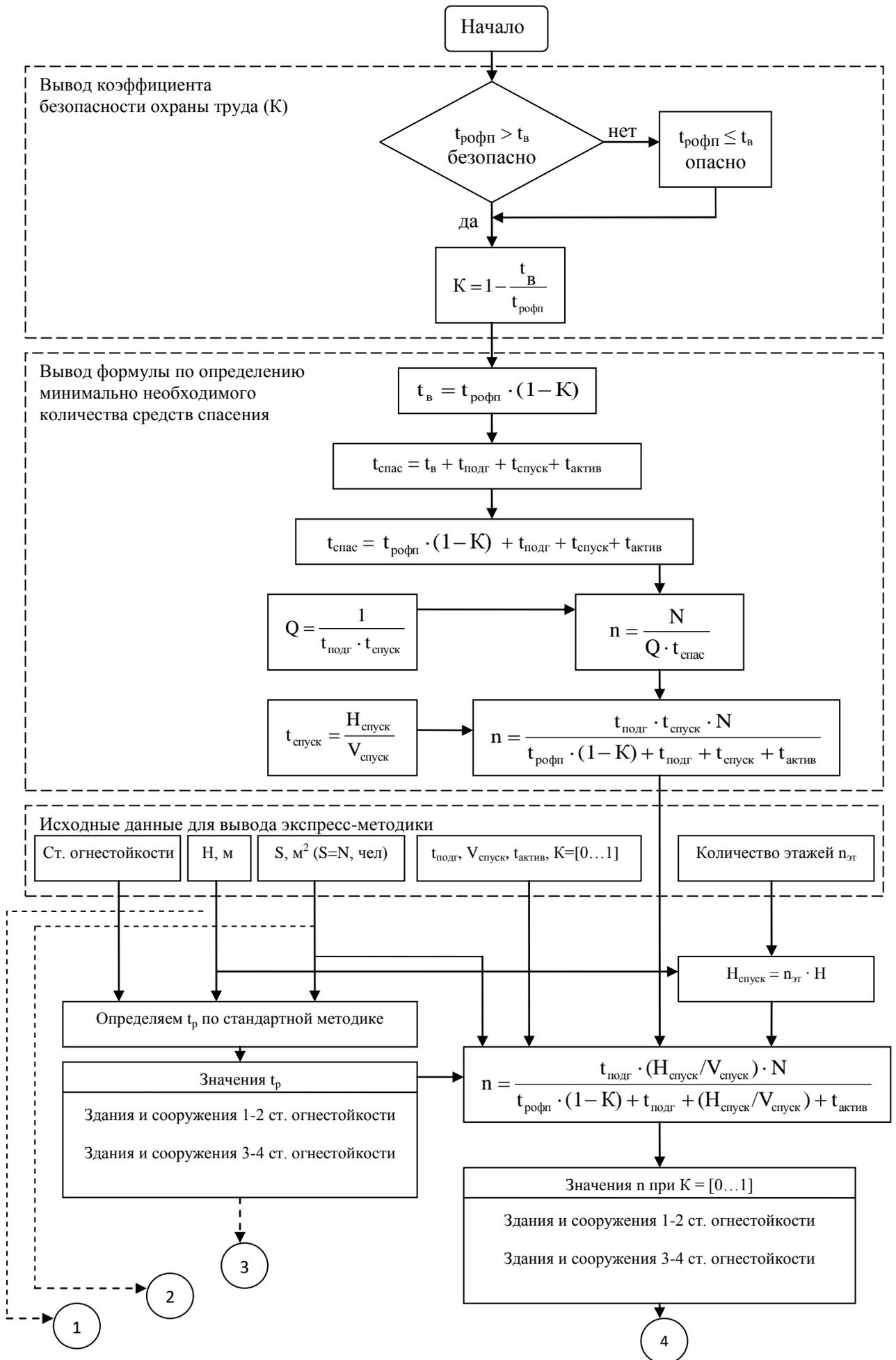
Таблица 5.1 – Определение минимально необходимого количества канатно-спусковых устройств с автоматическим регулированием скорости спуска  $n$ , шт. в зависимости от параметров здания и площади помещения  $S$ ,  $m^2$ .

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт.														Функция по определению средств спасения (n), шт.
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	Площадь помещения (S), $m^2$														
			10, $m^2$	20, $m^2$	30, $m^2$	40, $m^2$	50, $m^2$	60, $m^2$	70, $m^2$	80, $m^2$	90, $m^2$	100, $m^2$	200, $m^2$	300, $m^2$	400, $m^2$	500, $m^2$	
3	I-II	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	14	$n = 0,02849 \cdot S + 0,2464$
		3	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	21	$n = 0,04145 \cdot S + 0,4402$
		4	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	12	17	23	28	$n = 0,05573 \cdot S + 0,4523$
		5	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8	15	22	28	35	$n = 0,06964 \cdot S + 0,5144$
	III-IV	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	7	11	14	18	$n = 0,03578 \cdot S + 0,0166$
		3	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	11	16	21	26	$n = 0,05202 \cdot S + 0,1831$
		4	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	14	21	27	34	$n = 0,06783 \cdot S + 0,1952$
		5	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	17	25	34	42	$n = 0,08354 \cdot S + 0,292$

Данные табличные показатели и функции, описывающие зависимости, являются методикой определения минимально необходимого количества средств спасения по сводным табличным значениям.

По описанной методике довольно просто определить необходимое количество средств спасения, исходя из площади помещений и элементарных параметров здания (степень огнестойкости, этаж, высота этажа).

Для наиболее наглядного применения разработанного способа алгоритм социально-экономического выбора средств спасения можно представить в виде блок-схемы (рисунок 5.1).



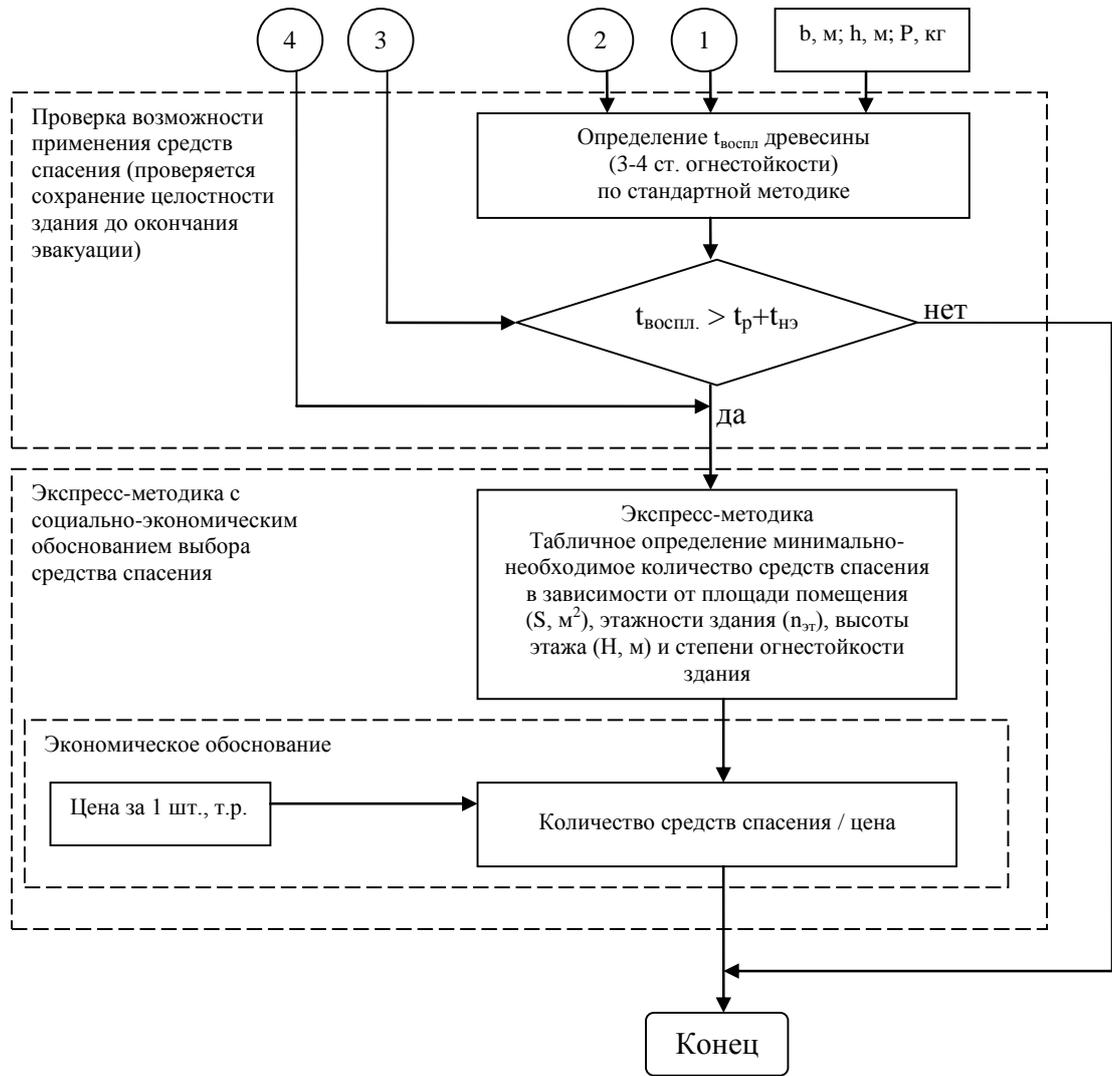


Рисунок 5.1 – Блок-схема вывода методики социально-экономического выбора средства спасения

В данной блок-схеме приведены следующие основные этапы:

- вывод качественного показателя, коэффициента безопасности охраны труда (К);
- вывод формулы по определению минимально необходимого количества средств спасения;
- исходные данные для вывода экспресс-методики под различные средства спасения;
- проверка возможности применения средств спасения (проверяется сохранение целостности здания до окончания эвакуации);

- экспресс-методика с социально-экономическим обоснованием выбора средства спасения.

### Выводы по главе

1. Методика предназначена для определения количества спасательных устройств на базе исходных данных:  $S$  – площадь помещения,  $m^2$ ;  $n_{эт}$  – этажность здания;  $H$  – высота этажа,  $m$ ; степень огнестойкости здания, которые можно определить без квалификационных знаний.

2. Методика обладает универсальностью, т.к. в формулу по определению минимально необходимого количества средств спасения в зависимости от наступления опасных факторов с учетом коэффициента охраны труда ( $K$ ) возможно подставить характеристики любых средств спасения и вывести соответствующие зависимости выбора количества средств спасения и их экономическая целесообразность.

3. Описанная методика дает возможность не только определения социально-экономического эффекта выбора тех или иных средств спасения, но и определения их минимально необходимого количества.

4. Методика подтверждает суждение о том, что экономия денежных средств на выполнение требований охраны труда и безопасности не всегда отрицательно влияет на безопасность работников. Подтвердилась версия о том, что в зданиях, не оборудованных дорогостоящими системами обеспечения охраны труда и безопасности объектов (АУПТ, АПС, огнезащитная обработка или демонтаж горючих материалов на путях эвакуации, увеличение ширины данных путей и т. д.), далеко не всегда могут быть допущены социальные потери в результате возникновения опасных производственных факторов. Методика позволила заменить средствами спасения дорогостоящие системы обеспечения безопасности персонала.

5. Для производителей появилась возможность разработки средств спасения, подходящих под конкретные типы зданий (подбор соответствующих

технических характеристик средств: время подготовки, время активации и скорости спуска).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований решена научная задача, заключающаяся в обеспечении безопасности работников угольных предприятий с помощью средств спасения с высоты, имеющая важное социально-экономическое значение, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие угольной промышленности страны.

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. Установлена вероятностная величина наступления неблагоприятного события, определенная как потенциальный риск возникновения негативного производственного фактора и гибели персонала, являющаяся показателем по определению влияния мероприятий на обеспечение безопасности работников и объектов защиты угольных предприятий.

2. Определено влияние технических характеристик средств спасения, выраженных во времени их активации, подготовки и спуска, на расчетную величину индивидуального риска гибели работников угольной промышленности посредством введения коэффициента безопасности охраны труда, основанного на расчетном времени безопасного выхода персонала из опасной зоны и наступления в ней опасных факторов.

3. Предложена оценка социальной и экономической эффективности способов и средств обеспечения безопасности, сохранения здоровья работников угольных предприятий на основе моделирования зависимости расчетной величины индивидуального риска от способа спасения персонала посредством спасательных устройств.

4. Разработана методика прогноза оценки уровня безопасности работников и объектов при возникновении негативных производственных факторов, позволяющая установить меру влияния способов и средств обеспечения

безопасности (требований, мероприятий) на сохранение жизни и здоровья работников.

5. Исследования позволяют разработать справочные каталоги выбора средств спасения с высоты в зависимости от их технических характеристик и расчетного времени наступления опасных производственных факторов с учетом социально-экономической эффективности применения данных средств.

6. Результаты исследований позволяют наглядно показать дополнительные параметры, положительно влияющие на состояние объектов, а также на расчетную величину индивидуального риска гибели персонала, что будет актуально при использовании в учебном процессе по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», а также при переподготовке и повышении квалификации работников предприятий угольной отрасли, ответственных за охрану труда и пожарную безопасность.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Обеспечение пожаробезопасности угольных предприятий Кузбасса в современных условиях // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: Сб. материалов IX международной научно-практической конференции молодых ученых: курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов): в 2-х ч. Ч. 1. – Минск: КИИ, 2015. – 143 с.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (принят ГД ФС РФ 21.12.2001) (ред. от 29.12.2010) // Собр. законодательства Российской Федерации, 2014. – № 48. – 256 с.
3. Бесперстов Д.А. Пожарная безопасность угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кузбасса // Наука и производство: состояние и перспективы: Материалы XIII всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием (Кемерово, 26 февраля 2015 г.). – Кемерово, 2015. – С. 134-139.
4. Фомин А.И. Актуальность разработки и совершенствования способа повышения безопасности работников на угледобывающих и углеперерабатывающих предприятиях Кузбасса / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – № 1. – С. 62-66.
5. Фомин А.И. Повышение пожарной безопасности работников угольной отрасли Кузбасса / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Фундаментальные и прикладные проблемы в горном деле: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (Междуреченск, 25 февраля 2016 г.). – Междуреченск, 2016. – С. 65-66.
6. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федер. закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 02.07.2013). – М: Собрание законодательства РФ, 2009. – № 255. – Ст. 5.

7. Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте [Электронный ресурс]: Федер. закон от 27.07.2010 № 225-ФЗ (ред. от 23.06.2016) . URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_103102/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103102/) (дата обращения: 04.09.2018).

8. О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федер. закон от 21.12.1994 № 68 (ред. от 23.06.2016). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5295/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5295/) (дата обращения: 04.09.2018).

9. О порядке создания и использования резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: постановление Правительства РФ от 10.11.1996 № 1340. М.: Собрание законодательства РФ, 1996. – № 47. – Ч. 1. – Ст. 5334.

10. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей [Электронный ресурс]: Федер. закон от 22.08.1995 № 151 (ред. от 02.07.2013). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_7746/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_7746/) (дата обращения: 04.09.2018).

11. Об утверждении Положения о военизированных горноспасательных частях, находящихся в ведении Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]: Федер. закон от 28.01.2012 № 45 (в ред. Постановления Правительства Российской Федерации от 25.03.2013 № 257). URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102153726&rdk=&backlink=1> (дата обращения: 27.05.2018).

12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699) (дата обращения: 04.09.2018).

13. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 21.07.2014Ф (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к

Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc; base=LAW;n=2875> (дата обращения: 04.09.2018).

14. Фомин А.И. Оценка пожарной безопасности и обеспечение средствами спасения при возникновении пожаров работников угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий Кемеровской области / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – № 1. – С. 24-30.

15. О техническом регулировании [Электронный ресурс]: федер. закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 05.04.2016). URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=196382&fld=134&from=189650-0&rnd=214990.6867658927338793&> (дата обращения: 27.05.2018).

16. Методические рекомендации по применению средств индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре [Электронный ресурс]: Утв. гл. гос. инспектором РФ по пожарному надзору генерал-полковником Кирилловым Г.Н. от 11.10.2011 № 2-4-60-12-19. URL: <https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2F71.mchs.gov.ru%2Fupload%2Fsite28%2Ffiles%2F27e22958606475ab86d6487f4246085e.doc&name> (дата обращения: 27.05.2018).

17. Фомин А.И. Средства и способы самоспасения при пожарах в зданиях технологических комплексов предприятий угольной отрасли / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – № 2. – С. 84-89.

18. Официальный сайт МЧС России. URL: <http://www.mchs.gov.ru/> (дата обращения: 04.09.2018).

19. Nikolai Brushlinsky, Marty Ahrens, Sergei Sokolov. International Association of Fire and Rescue Services. Center of Fire Statistics of CTIF 2017.

20. Оценка деятельности государственных инспекторов по пожарному надзору при расследовании пожаров с гибелью людей: Краткий анализ материалов уголовных дел. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2006.

21. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Оценка пожарной безопасности людей и обеспечение средствами спасения при возникновении пожаров на угледобывающих и углеперерабатывающих предприятиях Кемеровской области // Вестник Научного центра по безопасности в угольной промышленности. – 2015. – № 1. – С. 24-30.

22. О противопожарном режиме [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 № 390 (ред. от 30.12.2017). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129263/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129263/) (дата обращения: 04.09.2018).

23. Козлачков В.И., Лобаев И.А. Экспресс-оценка пожарных рисков при изменении функционального назначения зданий. – М.: ВИНТИ, 2001. – 86 с.

24. Козлачков В.И., Андреев А.О. Разработка метода экспресс-оценки угрозы людям при пожаре. – М.: ВИНТИ, 2006. – 54 с.

25. Козлачков В.И., Хохлова А.Ю. Экспресс-оценка пожарных рисков при пожарно-технических обследованиях объектов // В кн. «Пожарная безопасность – 97». – М.: МИПБ МВД РФ, 1997. – С. 53-54.

26. Финошкин Е.А., Ибрагимов А.К., Кошмаров Ю.А. Выбор рациональной системы противопожарной защиты с учетом факторов риска // В кн. «Пожарная безопасность – 97». – М.: МИПБ МВД РФ, 1997. – С. 99-101.

27. Козлачков В.И., Андреев А.О. Организация тушения пожаров в зданиях первичными средствами пожаротушения // В кн. «Современные проблемы тушения пожаров». – М.: МИПБ МВД РФ, 1999. – С. 80-81.

28. Лобаев И.А. Экспресс-оценка пожарных рисков при изменении функционального назначения зданий: Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / И.А. Лобаев. – М.: МИПБ МВД РФ, 1999. – 184 с.

29. Абашкин А.А., Карпов А.В. и др. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». – М.: ВНИИПО, 2012. – 83 с.

30. Козовой Г.И., Галкин В.А. Роль персонала в обеспечении конкурентоспособности угольной шахты // Уголь. – 2006. – №1. – С.14-16.

31. Артемьев В.Б. Концептуальный подход к формированию системы непрерывного повышения эффективности и безопасности угледобычи на основе развития мотивации и квалификации персонала / В.Б. Артемьев, А.Б. Килин, В.А. Галкин и др. // Уголь. – 2011. – №10. – С.52-58.

32. Галкин В.А., Килин А.Б., Макаров А.М. Теоретические основы и методы проектирования горнодобывающего предприятия как организационно-технологической системы // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. Отд. выпуск. 17 с.

33. Артемьев В.Б., Добровольский А.И., Галкин В.А. Концепция перехода к новому уровню безопасности и эффективности производства (как нам «взять Измаил») // Уголь. – 2014. – №10. – С.74-78.

34. Галкин В.А., Макаров А.М. Методология развития компетенций персонала горнодобывающего предприятия // Уголь. – 2014. – №10. – С.83-85.

35. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Кравчук И.Л. Безопасность производства (организационный аспект). М.: Горная книга, 2015. – 159 с.

36. Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л. О теории и методологии организации безопасного производства // Уголь. – 2016. – №4. – С.39-43

37. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л., Галкин А.Вал. Механизм предотвращения реализации опасной производственной ситуации // Уголь. – 2016. – №5. – С. 73-77.

38. Артемьев В.Б., Лисовский В.В., Галкин В.А., Кравчук И.Л. К существенному повышению безопасности производства на предприятиях «СУЭК» (от «Карты боя» – к «Уставу боя» с опасными производственными ситуациями) // Уголь. – 2016. – №9. – С. 4-9.

39. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Макаров А.М., Каледина Н.О., Воробьева О.В., Кравчук И.Л. Организационный аспект обеспечения безопасности производства на горнодобывающих предприятиях // Безопасность труда в промышленности. – 2016. – №12. – С. 20-26.

40. Артемьев В.Б., Килин А.Б., Галкин В.А., Макаров А.М. Угледобывающее предприятие: руководитель и руководство. – М.: Изд-во «Горная книга», 2016. – 47 с. (Сер. «Б-ка горного инженера-руководителя». Вып. 31).
41. Артемьев В.Б., Добровольский А.И., Лисовский В.В., Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л., Каледина Н.О., Воробьева О.В., Галкин А.В. Роль руководителя и персонала в обеспечении безопасности производства. – М.: Изд-во «Горная книга», 2017. – 47 с. (Сер. «Б-ка горного инженера-руководителя». Вып. 32).
42. Артемьев В.Б., Захаров В.Н., Федоров А.В., Макаров А.М. Стратегия, тактика и практика инновационного развития открытых горных работ //Уголь. – 2017. – №12. – С. 6-19.
43. Добровольский, А.И. и др. Вовлечение персонала в совершенствование системы производственного контроля в ОАО «Ургалуголь» /А.И. Добровольский, Н.П. Золотарев, В.В. Лисовский, Т.А. Коркина //Уголь. – 2012. – № 2 (февраль). – С. 47-49.
44. Кравчук, И.Л. и др. Возможности и потенциал системы обеспечения безопасности, способствующие экономии ресурсов /И.Л. Кравчук, А.В. Смолин //Проблемы недропользования: Сетевое периодическое научное издание /ИГД УрО РАН. – Екатеринбург, 2015. – Вып. 1 (4). – С. 123-132.
45. Файнбург Г.З. Научные основы охраны труда: использование научной методологии для совершенствования практики (Часть 2. Охрана труда как наука) / Г.З. Файнбург // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 4 (21). – С. 14-21.
46. Игнатова А.М. Сопоставительный анализ зарубежных и отечественных нормативных подходов при оценке вредных условий труда в сварочном производстве / А.М. Игнатова, Д.А. Кузнецов, Г.З. Файнбург, М.Н. Игнатов // Охрана и экономика труда. – 2015. – № 2 (19). – С. 15-22.
47. Черный К.А. Опыт использования сильвинитовых блоков и панелей в комнатах живого воздуха и основные параметры качества формируемой воздушной среды / К.А. Черный, Г.З. Файнбург // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 2 (54). – С. 6-17.

48. Файнбург Г.З. Риск-ориентированный подход: сущность и перспективы применения / Г.З. Файнбург // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного и нефтепромыслового оборудования : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Горная и нефтяная электромеханика - 2015, ( Пермь, 10-13 окт. 2016 г.). / М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Институт безопасности труда, производства и человека ПНИПУ, Ин-т калия. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2016. – С. 9-18.

49. Ли А.А. Математическая модель фильтрации паровоздушной смеси в выработанном пространстве действующего выемочного участка / Ли А.А. // Вестник Научного Центра по безопасности работ в горной промышленности. – 2013. – № 1.2. – С. 109-122.

50. Фомин А.И. Обеспечение пожарной безопасности при скрытых рисках гибели людей на угольных предприятиях / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов, В.Б. Попов, С.Ю. Сайбель // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2018. – № 1. – С. 67-74.

51. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Состояние пожарной безопасности на предприятиях угольной отрасли Кузбасса // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2015. – С. 35-40.

52. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Пути снижения пожарной опасности работников угольной отрасли Кузбасса // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2015. – С. 41-46.

53. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля [Электронный ресурс]: Федер. закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ (ред. от 22.02.2017). URL: <http://base.garant.ru/12164247/#friends#ixzz4OGRcK7r6/> (дата обращения: 09.04.2018).

54. 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 02.03.2017). URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/869399/> (дата обращения: 04.09.2018).

55. О федеральном государственном пожарном надзоре [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 (ред. от 29.12.2016). URL: <http://base.garant.ru/70161266/#ixzz4OHNq9Reb/> (дата обращения: 04.09.2018).

56. Градостроительный кодекс РФ (ГрК РФ) [Электронный ресурс]: федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017). URL: <http://base.garant.ru/12138258/#ixzz4U0es3aKs> (дата обращения: 04.09.2018).

57. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации: Аналитический доклад – 2013. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 2-е изд., доп. – 320 с.

58. Бесперстов Д.А., Попова Е.А., Расщепкина Е.А., Попова С.К., Сайбель С.Ю. Планирование проверок в области пожарной безопасности органами надзорной деятельности МЧС России на основе риск-ориентированного подхода // Комплексные проблемы техносферной безопасности: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Воронеж, 11-12 ноября 2016 г.): в 2-х ч. Ч. 2 / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2016. – С. 88-93.

59. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Сайбель С.Ю. Риск-ориентированный подход при осуществлении федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций // VI Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Междуреченск, 2017.

60. Фомин А.И. Пожарные риски и их влияние на риск-ориентированный подход при организации и осуществлении федерального государственного пожарного надзора / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов, С.Ю. Сайбель // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2017. – № 3. – С. 36-44.

61. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Сайбель С.Ю. Пожарные риски и их влияние на риск-ориентированный подход при организации и осуществлении

федерального государственного пожарного надзора // Инновации в технологиях и образовании: материалы X Международной научной конференции (Белово, март 2017). – Белово, 2017. – С. 57-63.

62. Бесперстов Д.А., Попова Е.А., Сайбель С.Ю. Публичные обсуждения результатов правоприменительной практики надзорной деятельности в системе МЧС России // Комплексные проблемы техносферной безопасности: материалы Международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 26-28 ноября 2017 г.): в 4-х ч. Ч. 4 / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2017. – С. 238-243.

63. Black J. Risk-based regulation: choices, practices and lessons being learnt // Risk and regulatory policy. Im-proving the governance of risk. Paris: OECD Publishing, 2010.

64. Fire Safety Reference Guide for Supervised Community Residences. Booklet 3: Fire Drills. Developed by the NYS Office of Mental Health. October 2015.

65. Fire safety manual. Environmental Health and Safety. Florida Atlantic University. May, 2013.

66. Фомин А.И. Оценка уровня пожарной безопасности на угольных предприятиях с учетом риск-ориентированного подхода / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов, В.Б. Попов // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2016. – № 1. – С. 62-66.

67. Об утверждении статистического инструментария для организации МЧС России федерального статистического наблюдения за пожарами и последствиями от них [Электронный ресурс]: Приказ Росстата от 23.12.2009 № 311 URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95826/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95826/) (дата обращения: 04.09.2018).

68. Бесперстов Д.А., Попова Е.А., Туманова Т.А., Попова С.К., Сайбель С.Ю. Препятствия при реализации риск-ориентированного подхода в деятельности федерального государственного пожарного надзора // Проблемы техносферной безопасности – 2017: Материалы VI-й международной научно-

практической конференции молодых ученых и специалистов. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – 480 с.

69. Бесперстов Д.А. Государственный пожарный надзор. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2017. – 143 с.

70. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.07.2017). – М.: Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 35 – Ч. 1. – Ст. 3649.

71. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 30.11.2016 № 644 URL: <http://base.garant.ru/71587768/#ixzz5NDvIzO2O/> (дата обращения: 04.09.2018).

72. Об утверждении перечня видов деятельности в сфере здравоохранения, сфере образования и социальной сфере, осуществляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в отношении которых плановые проверки проводятся с установленной периодичностью [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 23.11.2009 № 944. URL: <http://base.garant.ru/12171128/#ixzz5NDxITUr2/> (дата обращения: 04.09.2018).

73. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Принципы реализации и действий нормативно-правовых актов в области обеспечения пожарной безопасности // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: Материалы XI Международной научно-практической конференции (Кемерово, 2015). – Кемерово, 2015. – С. 118-122.

74. СП 1.13130-2009. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – М.: МЧС России, 2009. – С. 24-39.

75. СП 2.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – М.: МЧС России, 2009. – С. 45-62.

76. СП 3.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. – М.: МЧС России, 2009. – С. 63-68.
77. СП 4.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. – М.: МЧС России, 2009. – С. 69-148.
78. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. – М.: МЧС России, 2009. – С. 149-250.
79. СП 6.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. – М.: МЧС России, 2009. – С. 251-254.
80. СП 7.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: МЧС России, 2009. – С. 255-284.
81. СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. – М.: МЧС России, 2009. – С. 285-300.
82. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации. – М.: МЧС России, 2009. – С. 301-322.
83. СП 10.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. – М.: МЧС России, 2009. – С. 323-332.
84. СП 11.13130.2009. Места дислокации подразделений пожарной охраны. Порядок и методика определения. – М.: МЧС России, 2009. – С. 333-346.
85. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – М.: МЧС России, 2009. – С. 347-373.
86. Фомин А.И. Реализация нормативно-правовых требований и принципы действий норм в области пожарной безопасности / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – № 4. – С. 85-88.

87. О стандартизации: Федер. закон от 10 июня 1993 г. № 5154-I // Ведомости Съезда народных депутатов и Верховного Совета Российской Федерации. – 1993. – № 25. – Ст. 917.

88. Бесперстов Д.А., Серебренникова Т.А. Нормативно-правовые предпосылки развития технического регулирования в Российской Федерации // Пищевые инновации и биотехнологии: сборник тезисов VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (14-16 мая 2018 г.) / Под общ. ред. А.Ю. Просекова. – Кемерово: ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет». – 2018. – Т. 2. – С. 371-373.

89. Бесперстов Д.А., Туманова Т.А., Пронькин Д.О. Социально-экономические предпосылки разработки методики оценки обеспечения безопасности людей при пожаре в зданиях с пустотными стенами и перекрытиями // Пищевые инновации и биотехнологии: материалы IV Международной научной конференции (27 апреля 2016 г.) / Под общ. ред. М.П. Кирсанова. – Кемерово: ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет)». – 2016. – С. 653-654.

90. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Скрытые риски возможной гибели людей от пожаров на угольных предприятиях // Инновации в технологиях и образовании: Материалы X Международной научной конференции (г. Белово, март 2017 г.). – Белово, 2017.

91. Бесперстов Д.А., Попова Е.А., Туманова Т.А., Попова С.К. Сертификация как одна из форм подтверждения соответствия объектов требованиям пожарной безопасности // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. уч. (Воронеж, 28-29 апр. 2016 г.): в 2-х ч. Ч. 2. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский институт ГПС МЧС России. – 2016. – С. 56-59.

92. Бесперстов Д.А., Иванов Ю.И., Мамонтов А.С., Стабровская Е.И. Прогнозирование опасных факторов пожара: определение расчетных величин пожарного риска общественных зданий и сооружений: учебное пособие. –

Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2013. – С 32-38.

93. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Методика оценки пожарной безопасности объектов // Фундаментальные и прикладные проблемы в горном деле: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Филиал КузГТУ в г Междуреченске, 25 февраля 2016 г.). – Междуреченск: Кузбасский государственный технический университет, 2016. – С 55-63.

94. Методика определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382. URL: <http://base.garant.ru/12169057/> (дата обращения: 04.09.2018).

95. О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 31.03.2009 № 272. URL: <http://base.garant.ru/195243/#ixzz5NDy98QFT> (дата обращения: 04.09.2018).

96. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. – М., 2000. – С. 118.

97. Фомин А.И. Риски гибели людей от пожаров на поверхности угольных предприятий / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: Сборник материалов XI Межд. научно-практ. конференции (Кемерово, 1 ноября 2015 г.). – Кемерово: КузГТУ, 2015. – С. 70-71.

98. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятности. – М., – 2007. – 42 с.

99. НПБ 169-01. Техника пожарная. Самоспасатели изолирующие для защиты органов дыхания и зрения людей при эвакуации из помещений во время пожара. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: ГУГПС МВД РФ, 2001. – 26 с.

100. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.4.011-89. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000277> (дата обращения: 04.09.2018).

101. Об утверждении и введении в действие Правил использования и содержания средств индивидуальной защиты, приборов радиационной, химической разведки и контроля [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 27.05.2003 № 285 (ред. от 30.11.2015). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_43690/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43690/) (дата обращения: 04.09.2018).

102. Бесперстов Д.А. Оценка уровня безопасности объектов и людей при пожарах на основе риск-ориентированного подхода. Разработка противопожарных мероприятий // Проблемы техносферной безопасности – 2016: Материалы V Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов (Москва, 12-13 апреля 2016 г.). – М.: АГПС МЧС России, 2016. – С. 133-139.

103. Бесперстов Д.А., Иванов Ю.И. Руководство по применению способа оценки уровня пожаробезопасности людей на пожароопасных производственных объектах. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2010.

104. Бесперстов Д.А. Совершенствование оценки пожаробезопасности угольных предприятий Кемеровской области // Наука и производство: состояние и перспективы: материалы XIII всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием (Кемерово, 26 февраля 2015 г.). – Кемерово, 2015. – 336 с.

105. Фомин А.И. Влияние опасных факторов пожара на людей с учетом применения ими средств индивидуальной защиты / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Россия молодая: Сборник материалов X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых (Кемерово, 30 января 2018 г.). – Кемерово: КузГТУ, 2018. – С. 10117-1–10117-5.

106. Бесперстов Д.А., Иванов Ю.И., Михайлов Ю.П. Прогнозирование опасных факторов пожара (Методическое указание). – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2011.

107. Peacock RD, Kuligowski ED, Averill JD: Building Occupant Safety Research.

NIST SP – 1131. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA; 2012a.

108. Enrico Ronchi, Daniel Nilsson. Fire evacuation in high-rise buildings: a review of human behaviour and modelling research. Ronchi and Nilsson Fire Science Reviews 2013.

109. Ronchi E., Nilsson D. Assessment of total evacuation strategies in Tall Buildings. Fire Protection Research Foundation. Technical Report, National Fire Protection Association, Quincy, USA, 2013.

110. Spearpoint M., MacLennan HA. The effect of an ageing and less fit population on the ability of people to egress buildings. Saf Sci 2012, 50: 1675–1684. 10.1016/j.ssci.2011.12.019.

111. Linear Environment And Safety Technology Private Limited [Электронный ресурс]: URL: <http://lineareast.com/linear-self-rescue-kit.html> (дата обращения: 04.09.2018).

112. Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда для основных профессий и видов работ в мебельном производстве [Электронный ресурс]: Приказ Минсоцтруда России от 11.05.2004. URL: <http://prom-nadzor.ru/content/prikaz-mintruda-rf-ot-11-maya-2004-g> (дата обращения: 04.09.2018).

113. Иванов Ю.И. Пожарная безопасность людей при их эвакуации из зданий и сооружений угольных предприятий / Ю.И. Иванов, Д.А. Бесперстов, Т.А. Туманова // Вестник Международной Академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. – 2015. – № 1. – С. 113-115.

114. Фомин А.И. Методика использования средств спасения людей с высоты при пожарах / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2017. – № 4. – С. 42-51.

115. СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Минстрой России, 1998. – 23 с.

116. Preparation guidelines for fire safety plans. Winnipeg fire paramedic service. Fire prevention branch. Nov. 2015.

117. О некоторых вопросах аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Российской Федерации от 22.12.2011 № 1091 (ред. от 17.12.2016). URL: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-22122011-n-1091/> (дата обращения: 04.09.2018).

118. Об утверждении Порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999 (ред. от 07.09.2014). URL: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293784/4293784295.htm> (дата обращения: 04.09.2018).

119. О гражданской обороне [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ (ред. от 30.12.2015). URL: <http://base.garant.ru/178160/#ixzz5NDzV4wmN> (дата обращения: 04.09.2018).

120. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник / Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.

121. Фомин А.И., Бесперстов Д.А., Сайбель С.Ю. Выполнение комплекса противопожарных мероприятий на объектах – важнейший элемент снижения риска гибели людей при пожарах // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири СИБРЕСУРС 2016: Материалы XVI Международной научно-практической конференция (Кемерово, 23-24 ноября 2016 г.). – Кемерово: КузГТУ, 2016. – С. 160-165.

122. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Средства самоспасения людей при пожарах в зданиях предприятий угольной отрасли // Инновации в технологиях и образовании: Материалы IX Международной научной конференции (Белово, март 2016 г.). – Белово, 2016. – С. 134-139.

123. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Влияние средств спасения с высоты на риск гибели людей при пожарах в зданиях // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: Материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. [Электронный ресурс] / Под ред. С.Г. Костюк. – Кемерово: КузГТУ, 2017. – С. 221.1-221.7.

124. Фомин А.И. Разработка методики оценки пожарной безопасности объекта на предприятиях угольной промышленности / А.И. Фомин, Д.А. Бесперстов // Охрана труда и пожарная безопасность. – 2016. – № 12. – С. 75-78.

125. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Разработка методики оценки пожарной безопасности объекта и обеспечения работников средствами спасения при пожарах в зданиях на предприятиях угольной отрасли Кемеровской области // Инновации в технологиях и образовании: Материалы IX Международной научной конференции (Белово, март 2016 г.). – Белово, 2016. – С. 140-145.

126. ГОСТ Р 12.3.047-98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1998. – С. 97-112.

127. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 2006. – С. 32-41.

128. Бесперстов Д.А. Критерии, влияющие на время и вероятность обеспечения безопасности работников посредством средств спасения / Д.А. Бесперстов, А.И. Фомин, В.В. Соболев, В.Г. Игишев, А.М. Ермолаев // Безопасность труда в промышленности. – 2018. – № 8. – С. 44-51.

129. Фомин А.И., Бесперстов Д.А. Определение расчетной величины индивидуального пожарного риска с учетом вероятности самоспасения людей // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2018. – № 1. – С. 13-21.

130. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник: в 2-х ч. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. 1. – 713 с.

131. Гловацкая А.П. Методы и алгоритмы вычислительной математики: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Радио и связь, 1999. – 408 с.

132. Бронштейн И.Н. Справочник по высшей математике для инженеров и учащихся втузов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.

133. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях // Грановский В.А., Синая Т.Н., Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1990. – 288 с.

134. Голик Е.С. Теория и методы статистического прогнозирования: Учебное пособие / Е.С. Голик, О.В. Афанасьева. – СПб: Изд-во СЗТУ, 2007. – 182 с.
135. ГОСТ Р 51901 – 2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. – М.: Госстандарт России, 2002. – 52 с.
136. ГОСТ 15467-79 (СТ СЭВ 3519-81). Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 31 с.
137. Об утверждении технического регламента о безопасности средств индивидуальной защиты: Постановление Правительства РФ от 24.12.2009 № 1213. – М., 2010. – 28 с.
138. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. – М.: Госстрой СССР, 1987. – 87 с.
139. Калпин А.Г., Масляев А.И. Гражданское право. Часть первая. – М.: Юрист, 2001. – 75 с.
140. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21.07.1997 // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1997. – № 30. – Ст. 3588.
141. О специальной оценке условий труда: федер. закон от 23.12.2013 // Собрание законодательств РФ. – 2010. – № 426. – 24 с.
142. ГОСТ 12.0.230-2007. Системы управления охраной труда. Общие требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-0-230-2007-ssbt> (дата обращения: 04.09.2018).
143. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.11.2017 № 488. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_285081/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_285081/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518) (дата обращения: 04.09.2018).

144. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при обогащении и брикетировании углей» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.11.2017 № 487. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71776328/#ixzz5PBr4Xtq7> (дата обращения: 04.09.2018).

145. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ (в ред. от 07.03.2018). URL: <http://base.garant.ru/12112505> (дата обращения: 04.09.2018).

146. Методика проведения специальной оценки условий труда. Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда РФ от 24.01.2014 № 33. URL: <http://base.garant.ru/70583958> (дата обращения: 04.09.2018).

147. Об определении степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 24.02.2005 № 160. URL: <http://base.garant.ru/12139628> (дата обращения: 04.09.2018).

148. О внесении изменений в Федеральный закон «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей в части совершенствования деятельности в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах ведения горных работ» [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 18.07.2017 № 167-ФЗ. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71623268> (дата обращения: 04.09.2018).

149. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2013 № 599. URL: <http://base.garant.ru/70691622> (дата обращения: 04.09.2018).

150. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.11.2013 № 550. URL: <http://base.garant.ru/70565028> (дата обращения: 04.09.2018).

151. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» [Электронный ресурс]: Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.05.2015 № 188. URL: [http://vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/gts-2015\\_ru.pdf](http://vesti-gas.ru/sites/default/files/attachments/gts-2015_ru.pdf) (дата обращения: 04.09.2018).

Определение минимально необходимого количества канатно-спусковых устройств с автоматическим регулированием скорости спуска  $n$  в зависимости от параметров здания и площади помещения  $S$ ,  $m^2$

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт.														Функция по определению средств спасения (n), шт.
			Площадь помещения (S), $m^2$														
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, $m^2$	20, $m^2$	30, $m^2$	40, $m^2$	50, $m^2$	60, $m^2$	70, $m^2$	80, $m^2$	90, $m^2$	100, $m^2$	200, $m^2$	300, $m^2$	400, $m^2$	500, $m^2$	
			3	1-2	2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9
3	1	1			2	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	21	$n = 0,04145 \cdot S+0,4402$
4	1	1			2	3	3	4	4	5	6	6	12	17	23	28	$n = 0,05573 \cdot S+0,4523$
5	1	2			2	3	4	5	5	6	7	8	15	22	28	35	$n = 0,06964 \cdot S+0,5144$
3-4	2	1		1	1	1	2	2	3	3	3	4	7	11	14	18	$n = 0,03578 \cdot S+0,0166$
	3	1		1	2	2	3	3	4	4	5	5	11	16	21	26	$n = 0,05202 \cdot S+0,1831$
	4	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	14	21	27	34	$n = 0,06783 \cdot S+0,1952$	
3,2	1-2	5	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	17	25	34	42	$n = 0,08354 \cdot S+0,292$
		2	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02966 \cdot S+0,1543$
		3	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	14	18	22	$n = 0,04352 \cdot S+0,652$
		4	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	18	24	29	$n = 0,05812 \cdot S+0,5477$
	3-4	5	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8	15	23	29	36	$n = 0,07141 \cdot S+0,6959$
		2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	8	11	15	19	$n = 0,03768 \cdot S+0,0378$
3		1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	11	17	22	27	$n = 0,05425 \cdot S+0,23$	
3,4	1-2	4	1	2	2	3	4	5	5	6	7	7	15	22	29	36	$n = 0,07179 \cdot S+0,2859$
		5	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	18	27	35	44	$n = 0,08744 \cdot S+0,3207$
		2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	7	10	13	16	$n = 0,03163 \cdot S+0,3797$
		3	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	19	23	$n = 0,04607 \cdot S+0,5113$
	3-4	4	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	13	19	25	31	$n = 0,06136 \cdot S+0,525$
		5	1	2	3	4	4	5	6	7	8	8	16	24	31	38	$n = 0,0757 \cdot S+0,6702$
2		1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	12	16	20	$n = 0,03964 \cdot S+0,121$	
3,6	1-2	3	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	12	18	23	29	$n = 0,05791 \cdot S+0,1483$
		4	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	15	23	30	38	$n = 0,07516 \cdot S+0,2451$
		5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	28	37	46	$n = 0,0915 \cdot S+0,469$
		2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	7	10	13	16	$n = 0,03131 \cdot S+0,4962$
	3-4	3	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	20	24	$n = 0,0481 \cdot S+0,3722$
		4	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7	14	20	26	32	$n = 0,06356 \cdot S+0,6475$
5		1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	17	25	32	39	$n = 0,07803 \cdot S+0,7746$	
3,8	1-2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	8	13	17	21	$n = 0,04193 \cdot S+0,0877$
		3	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	12	18	24	30	$n = 0,05945 \cdot S+0,2194$
		4	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8	16	24	32	40	$n = 0,07939 \cdot S+0,2284$
		5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	39	49	$n = 0,09798 \cdot S+0,1392$
	3-4	2	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	22	$n = 0,04299 \cdot S+0,2269$
		3	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	19	26	32	$n = 0,06387 \cdot S+0,1755$
4		1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	17	25	33	41	$n = 0,08152 \cdot S+0,4312$	
5	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	21	31	41	51	$n = 0,10246 \cdot S+0,0862$		

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт.														Функция по определению средств спасения (n), шт.
			Площадь помещения (S), м <sup>2</sup>														
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>	
			4	1-2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	8	11
3	1	1			2	3	3	4	4	5	5	6	11	16	21	26	$n = 0,05112 \cdot S + 0,5946$
4	1	2			2	3	4	5	6	6	7	8	15	22	28	34	$n = 0,06824 \cdot S + 0,7095$
5	1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	18	26	34	42	$n = 0,08301 \cdot S + 0,938$
3-4	2	1		1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	14	18	23	$n = 0,04553 \cdot S + 0,0862$
	3	1		1	2	3	4	4	5	6	6	7	14	20	27	33	$n = 0,06613 \cdot S + 0,289$
	4	1		2	3	4	5	5	6	7	8	9	18	26	35	43	$n = 0,086 \cdot S + 0,3071$
	5	1		2	3	4	6	7	8	9	10	11	22	32	43	53	$n = 0,10626 \cdot S + 0,2708$
4,2	1-2	2	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	8	12	15	18	$n = 0,03619 \cdot S + 0,4599$
		3	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	12	17	22	27	$n = 0,0537 \cdot S + 0,5915$
		4	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8	15	22	29	35	$n = 0,06971 \cdot S + 0,7897$
		5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	27	36	43	$n = 0,08661 \cdot S + 0,7943$
	3-4	2	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	10	14	19	24	$n = 0,04711 \cdot S + 0,2239$
		3	1	1	2	3	4	4	5	6	7	7	14	21	28	35	$n = 0,06969 \cdot S + 0,1498$
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	19	27	36	45	$n = 0,08924 \cdot S + 0,4266$
		5	1	2	4	5	6	7	8	9	10	12	23	34	44	55	$n = 0,1099 \cdot S + 0,407$
4,4	1-2	2	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	8	12	16	19	$n = 0,03802 \cdot S + 0,4191$
		3	1	1	2	3	3	4	5	5	6	6	12	18	23	28	$n = 0,05602 \cdot S + 0,5537$
		4	1	2	3	4	4	5	6	7	8	8	16	23	30	37	$n = 0,07315 \cdot S + 0,8109$
		5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	28	37	45	$n = 0,09033 \cdot S + 0,5613$
	3-4	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	20	25	$n = 0,04927 \cdot S + 0,2799$
		3	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8	15	22	29	36	$n = 0,07167 \cdot S + 0,3752$
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	29	38	47	$n = 0,09405 \cdot S + 0,3283$
		5	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	23	35	46	57	$n = 0,11412 \cdot S + 0,3192$
4,6	1-2	2	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	12	16	20	$n = 0,03926 \cdot S + 0,4599$
		3	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	18	24	29	$n = 0,05812 \cdot S + 0,5477$
		4	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	16	24	31	38	$n = 0,07528 \cdot S + 0,8714$
		5	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	20	29	38	46	$n = 0,09182 \cdot S + 1,0681$
	3-4	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	11	16	21	25	$n = 0,05084 \cdot S + 0,2753$
		3	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	15	23	30	37	$n = 0,07399 \cdot S + 0,3374$
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	39	48	$n = 0,0968 \cdot S + 0,2315$
		5	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	24	36	48	59	$n = 0,11802 \cdot S + 0,4191$
4,8	1-2	2	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	9	13	16	20	$n = 0,03943 \cdot S + 0,5794$
		3	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	13	19	24	30	$n = 0,05895 \cdot S + 0,7897$
		4	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	17	24	32	39	$n = 0,07725 \cdot S + 0,8835$
		5	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	21	30	39	47	$n = 0,09389 \cdot S + 1,2088$
	3-4	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	11	16	21	26	$n = 0,05189 \cdot S + 0,2723$
		3	1	2	2	3	4	5	6	7	7	8	16	24	31	39	$n = 0,07772 \cdot S + 0,2466$
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	21	31	40	50	$n = 0,10043 \cdot S + 0,2254$
		5	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	25	37	49	61	$n = 0,12136 \cdot S + 0,525$
5	1-2	2	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	9	13	17	21	$n = 0,04116 \cdot S + 0,5522$
		3	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	13	19	25	30	$n = 0,0598 \cdot S + 0,7428$
		4	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	17	25	33	40	$n = 0,07957 \cdot S + 0,8457$
		5	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	21	31	40	49	$n = 0,09761 \cdot S + 0,9758$
	3-4	2	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	11	17	22	27	$n = 0,05399 \cdot S + 0,3374$
		3	1	2	3	3	4	5	6	7	8	8	16	24	32	40	$n = 0,07922 \cdot S + 0,3222$
		4	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	21	32	42	52	$n = 0,10404 \cdot S + 0,3661$
		5	1	3	4	5	7	8	9	11	12	13	26	39	51	63	$n = 0,12646 \cdot S + 0,3858$
5,2	1-2	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	9	13	17	21	$n = 0,04078 \cdot S + 0,7489$
		3	1	2	2	3	4	5	5	6	7	7	14	20	26	31	$n = 0,06212 \cdot S + 0,8472$

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт.														Функция по определению средств спасения (n), шт.	
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	Площадь помещения (S), м <sup>2</sup>															
			10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>		
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	18	26	33	41	$n = 0,08111 \cdot S + 0,9879$	
		5	1	3	4	5	6	7	8	9	10	12	22	32	41	50	$n = 0,09984 \cdot S + 1,0938$	
		3-4	2	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	12	17	23	28	$n = 0,05621 \cdot S + 0,2421$
			3	1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	17	25	33	41	$n = 0,08152 \cdot S + 0,4312$
			4	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	22	33	43	53	$n = 0,10646 \cdot S + 0,3858$
5	1	3	4	6	7	8	10	11	12	14	27	40	52	65	$n = 0,12971 \cdot S + 0,5053$			
5,4	1-2	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	14	18	22	$n = 0,04352 \cdot S + 0,652$	
		3	1	2	2	3	4	5	5	6	7	7	14	20	26	32	$n = 0,0633 \cdot S + 0,7549$	
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	18	26	34	42	$n = 0,08301 \cdot S + 0,938$	
		5	1	3	4	5	6	7	9	10	11	12	22	32	42	51	$n = 0,10128 \cdot S + 1,2496$	
	3-4	2	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	12	18	24	29	$n = 0,05828 \cdot S + 0,3116$	
		3	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	18	26	34	42	$n = 0,08398 \cdot S + 0,4463$	
		4	1	2	4	5	6	7	8	9	10	12	23	34	44	55	$n = 0,1099 \cdot S + 0,407$	
5	1	3	4	6	7	9	10	11	13	14	28	41	54	67	$n = 0,13406 \cdot S + 0,4705$			
5,6	1-2	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	14	18	22	$n = 0,04352 \cdot S + 0,652$	
		3	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	14	21	27	33	$n = 0,06549 \cdot S + 0,8064$	
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	27	35	43	$n = 0,08576 \cdot S + 0,8411$	
		5	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	23	33	43	52	$n = 0,10377 \cdot S + 1,2602$	
	3-4	2	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	12	18	24	30	$n = 0,05945 \cdot S + 0,2194$	
		3	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	18	27	35	44	$n = 0,08722 \cdot S + 0,4236$	
		4	1	2	4	5	6	7	8	10	11	12	23	35	46	57	$n = 0,11412 \cdot S + 0,3192$	
5	2	3	4	6	7	9	10	12	13	15	28	42	56	69	$n = 0,13789 \cdot S + 0,5083$			
5,8	1-2	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	19	23	$n = 0,04607 \cdot S + 0,5113$	
		3	1	2	3	3	4	5	6	6	7	8	15	21	28	34	$n = 0,06736 \cdot S + 0,8321$	
		4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	28	36	44	$n = 0,0883 \cdot S + 0,7005$	
		5	1	3	4	5	7	8	9	10	11	12	23	34	44	54	$n = 0,10721 \cdot S + 1,1392$	
	3-4	2	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	19	25	31	$n = 0,06184 \cdot S + 0,3147$	
		3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	28	36	45	$n = 0,08948 \cdot S + 0,6082$	
		4	1	3	4	5	6	7	9	10	11	12	24	36	47	58	$n = 0,11625 \cdot S + 0,4508$	
5	2	3	5	6	8	9	11	12	13	15	29	43	57	71	$n = 0,14094 \cdot S + 0,6551$			
6	1-2	2	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	10	15	19	23	$n = 0,04594 \cdot S + 0,6006$	
		3	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8	15	22	28	34	$n = 0,06769 \cdot S + 0,9289$	
		4	1	2	3	4	6	7	8	9	9	10	20	28	37	45	$n = 0,08956 \cdot S + 1,0257$	
		5	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	24	35	45	55	$n = 0,10966 \cdot S + 1,2254$	
	3-4	2	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	20	26	32	$n = 0,06439 \cdot S + 0,174$	
		3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	28	37	46	$n = 0,0915 \cdot S + 0,469$	
		4	1	3	4	5	6	8	9	10	11	13	25	37	48	60	$n = 0,11979 \cdot S + 0,4584$	
5	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	30	44	59	73	$n = 0,14555 \cdot S + 0,5129$			

**Определение минимально необходимого количества канатно-спусковых устройств с ручным регулированием скорости спуска  $n$  в зависимости от параметров здания и площади помещения  $S$**

Параметры здания			Количество средств спасения ( $n$ ), шт														Функция по определению средств спасения ( $n$ ), шт.
			Площадь помещения ( $S$ ), м <sup>2</sup>														
Высота этажа ( $H$ ), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>	
			3	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4
3	1	1			1	1	1	1	1	2	2	2	4	6	7	9	$n = 0,01723 \cdot S + 0,3858$
4	1	1			1	1	1	2	2	2	2	3	5	7	10	12	$n = 0,02341 \cdot S + 0,3101$
3-4	5	1		1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02924 \cdot S + 0,2844$
	2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7	$n = 0,01327 \cdot S + 0,295$
	3	1		1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$
3,2	1-2	4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	5	8	10	13	$n = 0,02495 \cdot S + 0,3101$	
		5	1	1	1	1	2	2	2	3	3	7	10	13	16	$n = 0,03199 \cdot S + 0,1876$	
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	7	$n = 0,01366 \cdot S + 0,3828$
	3-4	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	5	7	9	11	$n = 0,02178 \cdot S + 0,2526$	
		4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02943 \cdot S + 0,1861$	
		5	1	1	1	2	2	2	3	3	4	7	11	15	18	$n = 0,03588 \cdot S + 0,2163$	
3,4	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	7	$n = 0,01242 \cdot S + 0,3419$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$	
		4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	8	11	13	$n = 0,026 \cdot S + 0,3071$	
	3-4	5	1	1	1	2	2	2	3	3	4	7	10	14	17	$n = 0,03333 \cdot S + 0,357$	
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	8	$n = 0,01484 \cdot S + 0,2905$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	5	7	9	12	$n = 0,02295 \cdot S + 0,1604$	
3,6	1-2	4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	9	13	16	$n = 0,03126 \cdot S + 0,1452$	
		5	1	1	1	2	2	2	3	3	4	8	12	16	19	$n = 0,03847 \cdot S + 0,2133$	
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6	7	$n = 0,01314 \cdot S + 0,3843$	
	3-4	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	7	9	11	$n = 0,02158 \cdot S + 0,2088$	
		4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	9	11	14	$n = 0,02741 \cdot S + 0,3253$	
		5	1	1	1	2	2	2	3	3	4	7	11	14	17	$n = 0,03386 \cdot S + 0,3555$	
3,8	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	7	$n = 0,01366 \cdot S + 0,3828$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	5	7	9	11	$n = 0,02178 \cdot S + 0,2526$	
		4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02924 \cdot S + 0,2844$	
	3-4	5	1	1	1	2	2	2	3	3	4	8	11	15	18	$n = 0,03592 \cdot S + 0,354$	
		2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	5	7	9	$n = 0,0169 \cdot S + 0,289$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	8	10	13	$n = 0,02511 \cdot S + 0,2163$
4	1-2	4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	7	10	14	17	$n = 0,03388 \cdot S + 0,1377$
		5	1	1	1	2	2	3	3	4	4	9	13	17	21	$n = 0,04194 \cdot S + 0,23$	
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	5	6	8	$n = 0,01468 \cdot S + 0,3843$
4	1-2	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	7	9	12	$n = 0,02256 \cdot S + 0,357$
		4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02924 \cdot S + 0,2844$	

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт														Функция по определению средств спасения (n), шт.	
			Площадь помещения (S), м <sup>2</sup>															
Высота этажа (Н), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>		
				3-4	5	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	8	12	15
2	1	1			1	1	1	1	1	2	2	2	4	6	7	9	$n = 0,01723 \cdot S + 0,3858$	
3	1	1			1	1	1	2	2	2	3	3	6	8	11	14	$n = 0,02718 \cdot S + 0,2148$	
4	1	1			1	2	2	2	3	3	3	4	7	11	15	18	$n = 0,03588 \cdot S + 0,2163$	
5	1	1			1	2	2	3	3	4	4	5	9	14	18	22	$n = 0,04436 \cdot S + 0,1785$	
4,2	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	5	7	8	$n = 0,01553 \cdot S + 0,3374$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	7	10	12	$n = 0,02341 \cdot S + 0,3101$	
		4	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	7	10	13	16	$n = 0,03186 \cdot S + 0,2769$	
		5	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	8	12	16	20	$n = 0,03919 \cdot S + 0,3268$	
	3-4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01926 \cdot S + 0,2466$
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	6	9	11	14	$n = 0,0277 \cdot S + 0,2133$	
		4	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	11	15	19	$n = 0,0371 \cdot S + 0,2617$	
4,4	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	5	7	8	$n = 0,01572 \cdot S + 0,3812$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	8	10	12	$n = 0,02394 \cdot S + 0,3086$	
		4	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	7	10	13	16	$n = 0,03131 \cdot S + 0,4962$	
		5	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	20	$n = 0,04064 \cdot S + 0,4115$	
	3-4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01926 \cdot S + 0,2466$
		3	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02943 \cdot S + 0,1861$	
		4	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	12	16	20	$n = 0,03964 \cdot S + 0,121$	
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	20	24	$n = 0,0481 \cdot S + 0,3722$	
4,6	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	5	7	9	$n = 0,01671 \cdot S + 0,3873$	
		3	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	5	8	10	13	$n = 0,02495 \cdot S + 0,3101$	
		4	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	7	11	14	17	$n = 0,03386 \cdot S + 0,3555$	
		5	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	21	$n = 0,04181 \cdot S + 0,3192$	
	3-4	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	16	$n = 0,03042 \cdot S + 0,1921$	
		4	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	8	12	17	21	$n = 0,04141 \cdot S + 0,0893$	
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	21	25	$n = 0,05012 \cdot S + 0,233$	
4,8	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	6	7	9	$n = 0,01723 \cdot S + 0,3858$	
		3	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	6	8	11	13	$n = 0,02571 \cdot S + 0,4191$	
		4	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	11	14	18	$n = 0,03507 \cdot S + 0,4009$	
		5	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	9	14	18	22	$n = 0,04371 \cdot S + 0,4115$	
	3-4	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	7	9	11	$n = 0,02158 \cdot S + 0,2088$	
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	7	10	13	16	$n = 0,03199 \cdot S + 0,1876$	
		4	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	9	13	17	21	$n = 0,04194 \cdot S + 0,23$	
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	11	16	21	26	$n = 0,05202 \cdot S + 0,1831$	
5	1-2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	6	8	9	$n = 0,01808 \cdot S + 0,3389$	
		3	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	6	9	11	14	$n = 0,02741 \cdot S + 0,3253$	
		4	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	11	15	18	$n = 0,03592 \cdot S + 0,354$	
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	14	18	23	$n = 0,0447 \cdot S + 0,5598$	
	3-4	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	5	7	9	11	$n = 0,02178 \cdot S + 0,2526$	
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	7	10	13	17	$n = 0,03316 \cdot S + 0,0953$	
		4	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	13	18	22	$n = 0,04384 \cdot S + 0,18$	
		5	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	11	17	22	27	$n = 0,05425 \cdot S + 0,23$	
5,2	1-2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$	
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	14	$n = 0,02806 \cdot S + 0,3767$	
		4	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	8	12	15	19	$n = 0,03736 \cdot S + 0,3676$	
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	19	23	$n = 0,04607 \cdot S + 0,5113$	
	3-4	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	5	7	9	12	$n = 0,02295 \cdot S + 0,1604$	

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт														Функция по определению средств спасения (n), шт.
			Площадь помещения (S), м <sup>2</sup>														
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>	
					3	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	7	11
4	1	1			1	2	2	3	3	4	4	5	9	14	18	23	$n = 0,04553 \cdot S + 0,0862$
5	1	1			2	2	3	4	4	5	5	6	12	17	23	28	$n = 0,05621 \cdot S + 0,2421$
5,4	1-2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02924 \cdot S + 0,2844$
		4	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	8	12	16	19	$n = 0,03802 \cdot S + 0,4191$
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	20	24	$n = 0,0481 \cdot S + 0,3722$
	3-4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	7	10	12	$n = 0,02341 \cdot S + 0,3101$
		3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	7	11	14	18	$n = 0,03503 \cdot S + 0,2632$
		4	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	10	14	19	24	$n = 0,0474 \cdot S + 0,112$
		5	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	12	18	24	29	$n = 0,0586 \cdot S + 0,1952$
5,6	1-2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	6	9	12	15	$n = 0,02924 \cdot S + 0,2844$
		4	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	9	12	16	20	$n = 0,03939 \cdot S + 0,3707$
		5	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	11	15	20	25	$n = 0,04934 \cdot S + 0,413$
	3-4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	8	10	12	$n = 0,02394 \cdot S + 0,3086$
		3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	8	11	15	19	$n = 0,03726 \cdot S + 0,1679$
		4	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	20	24	$n = 0,0481 \cdot S + 0,3722$
		5	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	12	18	24	30	$n = 0,05945 \cdot S + 0,2194$
5,8	1-2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	6	8	10	$n = 0,01903 \cdot S + 0,3495$
		3	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	7	10	13	15	$n = 0,03081 \cdot S + 0,2799$
		4	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	20	$n = 0,04064 \cdot S + 0,4115$
		5	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	11	16	21	25	$n = 0,05026 \cdot S + 0,5703$
	3-4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	8	10	13	$n = 0,02511 \cdot S + 0,2163$
		3	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	12	15	19	$n = 0,03762 \cdot S + 0,2602$
		4	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	10	15	20	25	$n = 0,04927 \cdot S + 0,2799$
		5	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	19	25	31	$n = 0,06184 \cdot S + 0,3147$
6	1-2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	5	7	9	11	$n = 0,02178 \cdot S + 0,2526$
		3	1	1	1	1	2	2	3	3	3	4	7	10	13	16	$n = 0,03163 \cdot S + 0,3797$
		4	1	1	2	2	2	3	3	4	4	5	9	13	17	21	$n = 0,04145 \cdot S + 0,4402$
		5	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	11	16	21	26	$n = 0,05144 \cdot S + 0,4781$
	3-4	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	5	8	11	13	$n = 0,02596 \cdot S + 0,1694$
		3	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	8	12	16	20	$n = 0,03964 \cdot S + 0,121$
		4	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	11	16	21	26	$n = 0,05202 \cdot S + 0,1831$
		5	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	13	20	26	32	$n = 0,06439 \cdot S + 0,174$

## Определение минимально необходимого количества навесных спасательных лестниц $n$ в зависимости от параметров здания и площади помещения $S$

Параметры здания			Количество средств спасения ( $n$ ), шт														Функция по определению средств спасения ( $n$ ), шт.
			Площадь помещения ( $S$ ), м <sup>2</sup>														
Высота этажа ( $H$ ), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>	
			3	1-2	2	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	22	33
3	2	4			5	7	9	10	12	13	15	17	32	46	60	74	$n = 0,14692 \cdot S + 1,3933$
4	2	5			7	9	11	13	15	17	19	21	40	59	77	94	$n = 0,18755 \cdot S + 1,6626$
5	3	5			8	10	13	15	18	20	23	25	48	70	92	113	$n = 0,22536 \cdot S + 1,6823$
3-4	2	1		3	4	5	7	8	9	11	12	13	27	39	52	65	$n = 0,12986 \cdot S + 0,1982$
	3	2		4	6	8	10	11	13	15	17	19	37	55	73	91	$n = 0,18123 \cdot S + 0,5431$
	4	2	5	7	10	12	14	17	19	21	24	47	70	92	114	$n = 0,22853 \cdot S + 0,5976$	
3,2	1-2	5	3	6	9	11	14	17	20	22	25	28	55	82	109	135	$n = 0,26991 \cdot S + 0,6914$
		2	1	3	4	5	6	8	9	10	11	12	23	34	44	54	$n = 0,1075 \cdot S + 1,0272$
		3	2	4	6	7	9	11	12	14	16	17	33	48	63	77	$n = 0,15327 \cdot S + 1,4372$
		4	2	5	7	9	11	13	16	18	20	22	42	61	80	98	$n = 0,19554 \cdot S + 1,6218$
	3-4	5	3	6	8	11	13	16	18	21	23	26	50	73	95	117	$n = 0,23328 \cdot S + 1,7927$
		2	1	3	4	6	7	9	10	11	13	14	28	41	55	68	$n = 0,13608 \cdot S + 0,3313$
3		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	39	58	77	95	$n = 0,19033 \cdot S + 0,5613$	
3,4	1-2	4	3	5	8	10	13	15	17	20	22	25	49	73	96	120	$n = 0,23914 \cdot S + 0,6914$
		5	3	6	9	12	15	18	21	23	26	29	58	86	114	141	$n = 0,28232 \cdot S + 0,7489$
		2	1	3	4	5	7	8	9	10	12	13	24	35	46	56	$n = 0,11169 \cdot S + 1,0862$
		3	2	4	6	8	9	11	13	15	16	18	35	50	65	80	$n = 0,15907 \cdot S + 1,5582$
	3-4	4	3	5	7	10	12	14	16	18	21	23	44	63	83	101	$n = 0,20147 \cdot S + 1,938$
		5	3	6	9	11	14	17	19	22	24	27	52	75	98	121	$n = 0,24036 \cdot S + 2,0923$
2		2	3	5	6	8	9	10	12	13	15	29	43	57	71	$n = 0,14116 \cdot S + 0,5522$	
3,6	1-2	3	2	4	6	8	11	13	15	17	19	21	41	61	80	100	$n = 0,19946 \cdot S + 0,646$
		4	3	5	8	11	13	16	18	21	23	26	51	76	100	125	$n = 0,24909 \cdot S + 0,7337$
		5	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	60	89	118	147	$n = 0,29425 \cdot S + 0,3722$
		2	1	3	4	6	7	8	10	11	12	13	25	37	48	58	$n = 0,11624 \cdot S + 1,1664$
	3-4	3	2	4	6	8	10	12	13	15	17	19	36	52	68	83	$n = 0,16555 \cdot S + 1,584$
		4	3	5	7	10	12	15	17	19	21	24	45	65	85	105	$n = 0,20831 \cdot S + 1,9138$
5		3	6	9	12	14	17	20	22	25	28	53	78	101	124	$n = 0,24737 \cdot S + 2,1165$	
3,8	1-2	2	2	3	5	6	8	9	11	13	14	16	31	45	60	74	$n = 0,14797 \cdot S + 0,6036$
		3	2	4	7	9	11	13	15	17	20	22	43	63	84	104	$n = 0,20804 \cdot S + 0,5946$
		4	3	6	8	11	14	16	19	22	24	27	53	79	104	129	$n = 0,25777 \cdot S + 0,882$
		5	3	6	10	13	16	19	22	25	28	32	62	92	122	152	$n = 0,30343 \cdot S + 0,7368$
	3-4	2	2	3	4	6	7	9	10	11	13	14	26	38	49	60	$n = 0,11919 \cdot S + 1,3979$
		3	2	4	6	8	10	12	14	16	18	19	37	54	70	85	$n = 0,17027 \cdot S + 1,6415$
4		3	5	8	10	13	15	17	20	22	24	46	68	88	108	$n = 0,21515 \cdot S + 1,9607$	
4	1-2	5	3	6	9	12	15	18	20	23	26	29	55	80	104	128	$n = 0,25503 \cdot S + 2,1921$
		2	2	3	5	7	8	10	11	13	15	16	32	47	62	77	$n = 0,1537 \cdot S + 0,5915$
		3	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23	44	66	87	108	$n = 0,21586 \cdot S + 0,6475$
		4	3	6	9	11	14	17	20	22	25	28	55	82	108	134	$n = 0,26788 \cdot S + 0,8306$
	3-4	5	3	7	10	13	17	20	23	26	29	33	64	96	126	157	$n = 0,31355 \cdot S + 0,8986$
		2	2	3	5	6	7	9	10	12	13	14	27	39	51	62	$n = 0,12342 \cdot S + 1,3812$
4	1-2	3	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	38	55	72	88	$n = 0,17609 \cdot S + 1,4024$
		4	3	5	8	11	13	15	18	20	23	25	48	69	90	111	$n = 0,22046 \cdot S + 2,0787$
		5	3	6	9	12	15	18	21	24	27	29	56	82	107	131	$n = 0,26177 \cdot S + 2,1104$
		2	2	3	5	7	9	10	12	14	15	17	33	49	65	80	$n = 0,16018 \cdot S + 0,6172$
	3-4	3	2	5	7	10	12	14	16	19	21	23	46	68	90	112	$n = 0,22359 \cdot S + 0,643$

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт														Функция по определению средств спасения (n), шт.
			Площадь помещения (S), м <sup>2</sup>														
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>	
					4	3	6	9	12	15	18	20	23	26	29	57	84
5	3	7			10	14	17	20	24	27	30	34	57	84	112	139	$n = 0,2718 \cdot S + 3,4281$
4,2	1-2	2	2	3	5	6	8	9	11	12	13	15	28	41	52	64	$n = 0,12722 \cdot S + 1,4947$
		3	2	5	7	9	11	13	15	17	19	21	39	57	74	90	$n = 0,17906 \cdot S + 2,1316$
		4	3	6	8	11	13	16	18	21	23	26	49	71	93	114	$n = 0,22681 \cdot S + 2,1225$
		5	3	7	10	13	16	19	22	25	27	30	58	84	110	134	$n = 0,26712 \cdot S + 2,6505$
	3-4	2	2	4	5	7	9	11	12	14	16	18	34	51	67	83	$n = 0,16572 \cdot S + 0,7035$
		3	3	5	7	10	12	15	17	19	22	24	48	70	93	115	$n = 0,22991 \cdot S + 0,8336$
		4	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	59	87	115	143	$n = 0,28576 \cdot S + 0,8411$
		5	4	7	11	14	18	21	24	28	31	35	68	102	134	167	$n = 0,33319 \cdot S + 1,0197$
4,4	1-2	2	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	29	42	54	66	$n = 0,13183 \cdot S + 1,3525$
		3	2	5	7	9	11	13	15	17	19	21	40	58	76	93	$n = 0,185 \cdot S + 1,8033$
		4	3	6	8	11	14	16	19	21	24	26	50	73	95	116	$n = 0,23143 \cdot S + 2,1936$
		5	3	7	10	13	16	19	22	25	28	31	59	86	112	138	$n = 0,27448 \cdot S + 2,4115$
	3-4	2	2	4	6	7	9	11	13	15	16	18	36	53	70	86	$n = 0,17246 \cdot S + 0,6929$
		3	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25	49	73	96	119	$n = 0,17246 \cdot S + 0,6929$
		4	3	6	9	13	16	19	22	25	28	31	60	90	119	147	$n = 0,29404 \cdot S + 1,0439$
		5	4	7	11	15	18	22	25	29	32	36	70	104	138	171	$n = 0,34145 \cdot S + 1,1558$
4,6	1-2	2	2	3	5	7	8	10	11	13	14	16	30	43	55	68	$n = 0,13485 \cdot S + 1,5749$
		3	2	5	7	9	11	14	16	18	20	22	41	60	78	95	$n = 0,18933 \cdot S + 2,0575$
		4	3	6	9	11	14	17	19	22	25	27	52	75	97	119	$n = 0,237 \cdot S + 2,4175$
		5	4	7	10	13	17	20	23	26	29	32	61	88	115	141	$n = 0,28032 \cdot S + 2,8124$
	3-4	2	2	4	6	8	10	11	13	15	17	19	37	54	72	89	$n = 0,1775 \cdot S + 0,7761$
		3	3	5	8	10	13	16	18	21	23	26	51	75	99	123	$n = 0,24569 \cdot S + 0,8502$
		4	3	7	10	13	16	19	22	25	29	32	62	92	122	151	$n = 0,3017 \cdot S + 1,0484$
		5	4	8	11	15	19	22	26	29	33	37	72	107	142	176	$n = 0,35149 \cdot S + 1,1135$
4,8	1-2	2	2	4	5	7	8	10	12	13	15	16	30	44	57	69	$n = 0,13747 \cdot S + 1,7095$
		3	3	5	7	10	12	14	16	18	20	22	42	61	80	97	$n = 0,19307 \cdot S + 2,18$
		4	3	6	9	12	15	17	20	23	25	28	53	77	100	122	$n = 0,24316 \cdot S + 2,5598$
		5	4	7	10	14	17	20	23	26	29	33	62	90	117	143	$n = 0,28516 \cdot S + 2,7806$
	3-4	2	2	4	6	8	10	12	14	16	17	19	38	56	74	92	$n = 0,1833 \cdot S + 0,7549$
		3	3	5	8	11	13	16	19	21	24	27	52	77	102	126	$n = 0,25217 \cdot S + 0,8759$
		4	3	7	10	13	16	20	23	26	29	32	64	95	125	155	$n = 0,31024 \cdot S + 0,9304$
		5	4	8	11	15	19	23	26	30	34	38	74	110	145	180	$n = 0,35997 \cdot S + 1,0756$
5	1-2	2	2	4	5	7	9	10	12	13	15	17	31	45	58	71	$n = 0,14097 \cdot S + 1,7216$
		3	3	5	7	10	12	14	16	19	21	23	43	63	81	99	$n = 0,19703 \cdot S + 2,2708$
		4	3	6	9	12	15	18	20	23	26	28	54	78	102	124	$n = 0,24751 \cdot S + 2,525$
		5	4	7	11	14	17	21	24	27	30	33	63	92	119	146	$n = 0,29044 \cdot S + 2,9743$
	3-4	2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	39	58	76	94	$n = 0,1883 \cdot S + 0,7005$
		3	3	6	8	11	14	17	19	22	25	27	53	79	104	129	$n = 0,25735 \cdot S + 1,0832$
		4	3	7	10	14	17	20	23	27	30	33	65	97	128	159	$n = 0,31764 \cdot S + 0,9713$
		5	4	8	12	16	19	23	27	31	35	38	76	112	148	184	$n = 0,3674 \cdot S + 1,1831$
5,2	1-2	2	2	4	6	7	9	11	12	14	15	17	32	46	60	73	$n = 0,14494 \cdot S + 1,8124$
		3	3	5	8	10	12	15	17	19	21	24	44	64	83	102	$n = 0,20201 \cdot S + 2,3631$
		4	3	6	9	12	15	18	21	24	26	29	55	80	104	127	$n = 0,25344 \cdot S + 2,4856$
		5	4	7	11	14	18	21	24	27	31	34	65	94	122	149	$n = 0,29738 \cdot S + 2,9365$
	3-4	2	2	4	6	8	10	12	15	17	19	21	40	59	78	97	$n = 0,19354 \cdot S + 0,7564$
		3	3	6	9	11	14	17	20	22	25	28	55	81	107	133	$n = 0,26533 \cdot S + 0,9713$
		4	4	7	10	14	17	21	24	27	31	34	67	99	131	163	$n = 0,32514 \cdot S + 1,0696$
		5	4	8	12	16	20	24	28	32	35	39	77	115	151	188	$n = 0,37533 \cdot S + 1,2224$

Параметры здания			Количество средств спасения (n), шт														Функция по определению средств спасения (n), шт.
			Площадь помещения (S), м <sup>2</sup>														
Высота этажа (H), м	Степень огнестойкости здания	Этаж расположения помещения	10, м <sup>2</sup>	20, м <sup>2</sup>	30, м <sup>2</sup>	40, м <sup>2</sup>	50, м <sup>2</sup>	60, м <sup>2</sup>	70, м <sup>2</sup>	80, м <sup>2</sup>	90, м <sup>2</sup>	100, м <sup>2</sup>	200, м <sup>2</sup>	300, м <sup>2</sup>	400, м <sup>2</sup>	500, м <sup>2</sup>	
			5,4	1-2	2	2	4	6	7	9	11	13	14	16	17	33	47
3	3	5			8	10	13	15	17	20	22	24	45	66	85	104	$n = 0,20666 \cdot S + 2,4297$
4	3	6			10	13	16	18	21	24	27	30	56	81	106	129	$n = 0,25695 \cdot S + 2,7821$
5	4	8			11	15	18	21	25	28	31	35	66	95	124	152	$n = 0,30207 \cdot S + 3,1407$
3-4	2	2		4	7	9	11	13	15	17	19	21	41	61	81	100	$n = 0,19963 \cdot S + 0,8366$
	3	3		6	9	12	15	17	20	23	26	29	56	83	110	136	$n = 0,27156 \cdot S + 1,1044$
	4	4		7	11	14	18	21	25	28	31	35	69	102	134	166	$n = 0,33199 \cdot S + 1,2587$
		5	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	79	117	155	192	$n = 0,38458 \cdot S + 0,9334$
5,6	1-2	2	2	4	6	8	9	11	13	15	16	18	33	48	62	76	$n = 0,15038 \cdot S + 1,9834$
		3	3	5	8	10	13	15	18	20	22	25	46	67	86	105	$n = 0,20905 \cdot S + 2,525$
		4	3	7	10	13	16	19	22	25	27	30	57	83	108	131	$n = 0,26118 \cdot S + 2,9788$
		5	4	8	11	15	18	22	25	29	32	35	67	97	126	154	$n = 0,30675 \cdot S + 3,2027$
	3-4	2	2	4	7	9	11	13	15	17	20	22	42	63	83	102	$n = 0,20464 \cdot S + 0,7821$
		3	3	6	9	12	15	18	21	24	26	29	58	85	112	139	$n = 0,27755 \cdot S + 1,1271$
		4	4	7	11	15	18	22	25	29	32	36	70	104	137	170	$n = 0,33942 \cdot S + 1,295$
		5	4	8	13	17	21	25	29	33	37	41	80	119	158	196	$n = 0,39114 \cdot S + 1,3056$
5,8	1-2	2	2	4	6	8	10	11	13	15	17	18	34	49	63	77	$n = 0,15267 \cdot S + 2,0923$
		3	3	6	8	11	13	16	18	20	23	25	47	68	88	107	$n = 0,21269 \cdot S + 2,7322$
		4	3	7	10	13	16	19	22	25	28	31	58	84	109	134	$n = 0,26599 \cdot S + 2,8805$
		5	4	8	11	15	19	22	26	29	32	36	68	99	128	157	$n = 0,31258 \cdot S + 3,177$
	3-4	2	2	5	7	9	11	14	16	18	20	22	43	64	85	105	$n = 0,20952 \cdot S + 0,888$
		3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	59	87	115	142	$n = 0,28458 \cdot S + 0,9334$
		4	4	7	11	15	18	22	26	29	33	36	71	106	140	173	$n = 0,34635 \cdot S + 1,115$
		5	4	9	13	17	21	25	29	34	38	42	82	122	161	199	$n = 0,39831 \cdot S + 1,3782$
6	1-2	2	2	4	6	8	10	12	13	15	17	19	35	50	65	79	$n = 0,15706 \cdot S + 2,053$
		3	3	6	8	11	13	16	18	21	23	25	48	69	90	109	$n = 0,21727 \cdot S + 2,5946$
		4	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	59	86	111	136	$n = 0,27086 \cdot S + 2,7731$
		5	4	8	12	15	19	22	26	29	33	36	69	100	130	159	$n = 0,31683 \cdot S + 3,1558$
	3-4	2	2	5	7	9	12	14	16	18	21	23	45	66	87	107	$n = 0,21444 \cdot S + 0,9894$
		3	3	6	9	13	16	19	22	25	28	31	60	89	117	145	$n = 0,28947 \cdot S + 1,3238$
		4	4	8	11	15	19	23	26	30	33	37	73	108	142	176	$n = 0,35176 \cdot S + 1,3616$
		5	4	9	13	17	22	26	30	34	38	42	83	124	163	203	$n = 0,40518 \cdot S + 1,2784$