

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт  
Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность  
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях  
Отделение техносферной безопасности

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы   |
|---|
| <b>Разработка алгоритма программы расчета территориального пожарного риска на примере Кемеровской области</b> |
| УДК 614.84:005.334:004.41(571.17)   |

Студент

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 17Г51  | Стаценко Светлана Васильевна |         |      |

Руководитель

| Должность     | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент<br>ОТБ | Солодский С.А. | к.т.н.                 |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность     | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент<br>ОЦТ | Лизунков В.Г. | к.пед.н.               |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность        | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент<br>ОТБ | Луговцова Н.Ю. | к.т.н.                 |         |      |

Нормоконтроль

| Должность    | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Спец. по УМР | Журавлев В.А. |                        |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Должность                | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| И.о. руководителя<br>ОТБ | Солодский С.А. | к.т.н.                 |         |      |

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе  
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

| Код результатов           | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)  |
|---------------------------|--|
| P1                        | Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.   |
| P2                        | Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.   |
| P3                        | Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.  |
| P4                        | Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования. |
| P5                        | Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.   |
| P6                        | Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.  |
| Универсальные компетенции |  |
| P7                        | Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.  |
| P8                        | Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.   |
| P9                        | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.   |
| P10                       | Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.  |
| P11                       | Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.   |

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| Институт    | Юргинский технологический институт |
| Направление | Техносферная безопасность          |
| Профиль     | Защита в чрезвычайных ситуациях    |
| Отделение   | Техносферной безопасности          |

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОТБ

\_\_\_\_\_ С.А. Солодский

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

|                     |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| Группа | ФИО                          |
| 17Г51  | Стаценко Светлане Васильевне |

Тема работы:

|  |                        |
|--|------------------------|
| Разработка алгоритма программы расчета территориального пожарного риска на примере Кемеровской области |                        |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)  | №11/С от 31.01.2019 г. |

|   |               |
|---|---------------|
| Срок сдачи студентами выполненной работы: | 08.06.2019 г. |
|---|---------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|   |   |
|---|---|
| <b>Исходные данные к работе</b>   | Объект исследования – Территория Кемеровской области<br>Материалы по преддипломной практике, литературные и статистические данные, нормативно-правовая база.<br>Общие сведения об объекте исследования<br>Методики определения пожарного риска  |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | 1. Определение актуальности выбранной темы. Постановка цели и задач исследования.<br>2. Аналитический обзор и статистический анализ пожарной обстановки в Кемеровской области.<br>2.1 Анализ причин возникновения пожаров<br>2.2 Пожарная обстановка в РФ и СФО по спутниковым данным<br>2.3 Методы предотвращения пожарной опасности в России и за рубежом<br>3. Характеристика объекта исследования |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>3.1 Выбор методики определения пожарного риска</p> <p>4. Расчет пожарного риска в административно-территориальных единицах Кемеровской области, определение уровня пожарной опасности на территории области</p> <p>5. Разработка алгоритма программы расчета пожарного риска в административно-территориальных единицах Кемеровской области</p> <p>6. Заключение по работе</p> |
| <b>Перечень графического материала</b>   | <p>1. Карта распределения уровня пожарной опасности на территории Кемеровской области</p> <p>2. Блок-схемы работы программы расчета пожарного риска</p>   |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</b> |   |
| <b>Раздел</b>  | <b>Консультант</b>  |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                          | Доцент ОЦТ<br>Лизунков Владислав Геннадьевич  |
| Социальная ответственность   | ассистент ОТБ<br>Луговцова Наталья Юрьевна  |
| Нормоконтроль  | Специалист по УМР<br>Журавлев Василий Александрович   |

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 07.02.2019 г. |
|---|---------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность  | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОТБ | Солодский С.А. | к.т.н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                          | Подпись | Дата |
|--------|------------------------------|---------|------|
| 17Г51  | Стаценко Светлана Васильевна |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 75 листов, 7 рисунков, 10 таблиц, 55 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ПОЖАР, РИСК, КОМПЛЕКСНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ, ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ, ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РИСК.

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания и использования автоматизированной программы расчёта пожарного риска, оценки уровня пожарной опасности на территории Российской Федерации, с целью сокращения количества пожаров и ущерба от их возникновения, принятия необходимых мер на основе полученных результатов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование и разработка ИС расчёта уровня пожарного риска на территориальных единицах Кемеровской области, расчёт парного риска, интегрального риска, комплексного показателя пожарной опасности.

Данный программный продукт может быть использован управлениями по делам ГО и ЧС субъектов Российской Федерации для принятия организационно-технических решений.

Экономическая эффективность работы заключается в снижении временных, трудовых и финансовых затрат по расчёту и анализу пожарных рисков. Программа предназначена для снижения уровня нагрузки на работника, получения быстрого результата в соответствии с необходимыми запросами, возможность получения карт или схем с распределением территории по уровням пожарной опасности.

## THE ABSTRACT

Final qualifying work contains 75 sheets, 7 figures, 10 tables, 55 sources, 3 appendices.

Key words: FIRE, RISK, COMPLEX INDICATOR, FIRE DANGER, INTEGRAL RISK.

The relevance of the work is due to the need to create and use an automated fire risk calculation program, assess the level of fire danger in the Russian Federation, in order to reduce the number of fires and damage from their occurrence, to take the necessary measures based on the results obtained.

The purpose of this final qualifying work is the design and development of IS for calculating the level of fire risk in the territorial units of the Kemerovo Region, the calculation of the pair risk, the integral risk, a complex indicator of fire danger.

This software can be used by the EMERCOM of Russia for making organizational and technical decisions.

Economic efficiency of work is to reduce the time, labor and financial costs for the calculation and analysis of fire risks. The program is designed to reduce the level of load on the employee, to obtain a quick result in accordance with the necessary requests, the possibility of obtaining maps or schemes with the distribution of the territory according to the levels of fire danger.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

СНИП – Строительные нормы и правила

НОР – Независимая оценка пожарных рисков

ИЗА – Индекс загрязнения атмосферы

АТЕ – Административно территориальная единица

ТВС – Топливо-воздушная смесь

ОС – Оборотные средства

ГПС – Государственная противопожарная служба

ЭВМ – Электронно-вычислительная машина

ССБТ – Система стандартов безопасности труда

ЛД – Лампы люминесцентные низкого давления

## Оглавление

|       |   |    |
|-------|---|----|
|       | Введение  | 10 |
| 1     | Аналитический обзор и статистический анализ пожарной обстановки в Кемеровской области                 | 12 |
| 1.1   | Анализ причин возникновения пожаров   | 12 |
| 1.2   | Пожарная обстановка в России по спутниковым данным  | 15 |
| 1.3   | Статистика пожаров в Сибирском Федеральном округе   | 17 |
| 1.4   | Методы предотвращения пожарной опасности в России и за рубежом  | 18 |
| 2     | Характеристика объекта исследования   | 24 |
| 2.1   | Выбор методики определения пожарного риска  | 27 |
| 3     | Определение уровня пожарной опасности на территории Кемеровской области                               | 30 |
| 4     | Разработка алгоритма программы расчета пожарного риска в территориальных единицах Кемеровской области | 39 |
| 5     | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение                                       | 46 |
| 5.1   | Оценка полного, прямого и косвенного ущерба   | 46 |
| 5.2   | Компенсация пострадавшим и семьям погибших  | 50 |
| 6     | Социальная ответственность  | 55 |
| 6.1   | Описание рабочего места. Анализ вредных и опасных производственных факторов                           | 55 |
| 6.2   | Анализ выявленных вредных факторов производственной среды   | 56 |
| 6.2.1 | Микроклимат   | 56 |
| 6.2.2 | Нормирование шума   | 58 |
| 6.2.3 | Воздействие электромагнитных излучений и электрического поля. Статическое электричество               | 59 |
| 6.2.4 | Загазованность и запыленность рабочей зоны  | 61 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 6.2.5 | Анализ выявленных опасных факторов производственной среды          | 61 |
| 6.2.6 | Нормирование освещения   | 62 |
| 6.2.7 | Охрана окружающей среды  | 65 |
| 6.2.8 | Заключение по разделу социальная ответственность                   | 66 |
|       | Заключение   | 67 |
|       | Список литературы  | 70 |
|       | Приложение А Алгоритм расчёта уровня пожарной опасности            | 76 |
|       | Приложение Б Функциональная схема процесса расчёта пожарного риска | 77 |
|       | Приложение В Функциональная схема процесса расчёта пожарного риска | 78 |

## Введение

В настоящее время риск возникновения пожара очень велик. Огромное количество возгораний происходят из-за сухого климата, неосторожного обращения людей с легковоспламеняющимися предметами, халатного отношения с бытовыми приборами и многого другого.

Помимо того, что пожары представляют собой непосредственную опасность для организма, также они причиняют косвенный ущерб в результате воздействия дыма и огня. Так, при горении предметов выполненных из синтетических материалов, выделяются токсичные и канцерогенные вещества.

Сжигание в весенне-осенний период листьев и мусора также вносит свой вклад в загрязнение атмосферы и почвы различными солями тяжелых металлов, которые имеют свойство накапливаться в городских условиях.

Пожары в жилых и производственных зданиях составляют 60–80 % всех видов возможных пожаров. Среди пострадавших от пожара людей наблюдается рост желудочно-кишечных, онкологических, вирусных, респираторных заболеваний.

В свою очередь хронические последствия отравления могут быть вызваны постоянным контактом с вредными веществами, которые способны накапливаться в организме человека.

Пожары являются опасным фактором, воздействующим, как на человека в целом, так и на окружающую среду. Причина каждого третьего пожара – это неосторожное обращение с огнем. Непогашенные сигареты и спички, курение в постели, а так же небрежность хранения легковоспламеняющихся материалов – все это приводит к возгоранию. Часто причиной пожара может стать неисправность электропроводки. Это может быть как перегрузка сетей, вызванная подключением слишком большого количества бытовых приборов в одну розетку, так и элементарное короткое замыкание, возникшее при неверном соединении проводов или их окислении.

Хоть и крайне редко, но бывает, что причиной пожара может стать деятельность частных структур, которые размещают свои взрывоопасные производства в жилых домах. Часть пожаров возникает из-за умышленных действий по порче чужого имущества – поджогов.

Актуальность данной работы заключается в том, что пожары наносят огромный ущерб, как материальный, так и ущерб экологии, природе, человеку. В целом по России количество пожаров составляет 145416 тысяч в год. В Кемеровской области данный показатель составляет 3445 единиц пожаров в год.

Целью данной работы является разработка алгоритма программы для определения уровня пожарной опасности в Кемеровской области.

Задачами данной работы являются:

- определение основных показателей для расчёта уровня пожарной опасности;
- определение интегрального показателя риска пожарной опасности;
- определение парного риска;
- оценка пожарной опасности по комплексному показателю;
- разработка алгоритма программы расчета пожарного риска в территориальных единицах Кемеровской области.

Теоретическая и практическая значимость заключается в том что, результаты исследований могут быть использованны органами управления по делам ГО и ЧС, для принятий мер по снижению пожарной опасности.

# 1 Аналитический обзор и статистический анализ пожарной обстановки в Кемеровской области

## 1.1 Анализ причин возникновения пожаров

Пожар – это неконтролируемое горение, в результате которого может создаться угроза жизни людей, материальный ущерб, ущерб окружающей среде [1].

Классификация пожаров по виду горючего материала используется для обозначения области применения средств пожаротушения.

Классификация пожаров по сложности их тушения используется при определении состава сил и средств подразделений пожарной охраны и других служб, необходимых для тушения пожаров.

Классификация опасных факторов пожара используется при обосновании мер пожарной безопасности, необходимых для защиты людей и имущества при пожаре.

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- пожары твердых горючих веществ и материалов (А);
- пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- пожары газов (С);
- пожары металлов (D);
- пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е);
- пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество,

относятся:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму.

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, строений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- воздействие огнетушащих веществ.

Пожары по возможным причинам возникновения можно разделить на три основные группы:

- пожары возникшие по бытовым причинам;
- пожары возникшие в результате природных явлений;
- пожары техногенного характера.

В свою очередь каждая из этих групп имеет ряд причин повлекших за собой возникновение пожара. Таким образом, возникновение пожаров в бытовых условиях может быть по следующим причинам:

- несоблюдение основных правил техники безопасности;

- возникновение замыкания в проводке;
- возгорание различных электрических приборов или использование неисправных приборов;
- утечка газа;
- несоблюдение правил использования каминов и печей;
- шалость детей и неосторожное обращение с потенциальными источниками возгорания [2].

В жилых помещениях пожар распространяется быстрее из-за легкого доступа кислорода питающего пламя. Именно поэтому при возникновении пожара не рекомендуется открывать двери или разбивать окна, так как это может еще больше усугубить ситуацию [3].

Возгорания техногенного типа происходят по следующим причинам:

- сооружение построено без соблюдения СНиПов и правил пожарной безопасности;
- несоблюдение персоналом норм и правил пожарной безопасности;
- несоблюдение технологического процесса, которое приводит к возгоранию;
- в процессе работы использование неисправного оборудования и техники;
- в здании отсутствует необходимое пожарное оборудование.

Возникший на предприятии пожар имеет свойство распространяться с большой скоростью. Этому способствуют: непригодность пожаротушащих средств, хранение недопустимого количества легковоспламеняющихся веществ, отсутствие автоматической системы тушения пожара, неправильное тушение пожара [4].

В случае с природными пожарами, главными факторами их возникновения являются природные явления. К таким явлениям можно отнести:

- удар молнии;

- засушливые сезоны;
- возгорание в подземных слоях земли.

В большей степени по статистике возникшие пожары происходят из-за несоблюдения людьми правил обращения с источниками возможного возникновения будущих пожаров [5].

## 1.2 Пожарная обстановка в России по спутниковым данным

На сегодняшний день многие здания, особенно с массовым пребыванием людей, оснащены пожарной сигнализацией. Однако в большинстве случаев сигналы пожарной тревоги, генерируемые пожарной сигнализацией, требуют передачи на пульт «01» силами персонала, а значит, в экстренной ситуации оперативность прибытия пожарных служб на помощь зависит в первую очередь от «человеческого фактора», что может привести к серьезным последствиям.

Предотвратить гибель людей и минимализировать материальный ущерб от пожаров позволит внедрение технологии раннего предупреждения о пожарах – пожарного мониторинга.

При подключении объекта к системе пожарного мониторинга сигнал о пожарной тревоге передается на пульт государственной противопожарной службы «01» автоматически в течение нескольких секунд, что позволяет максимально сократить время до начала тушения пожара, значительно снизить ущерб от пожара и спасти жизни людей [6].

Основными целями и задачами системы пожарного мониторинга являются:

- автоматизированный вызов сил подразделений Федеральной противопожарной службы на объекты;
- контроль за развитием пожара и передача в штаб пожаротушения актуальной информации о развитии ситуации на объекте;

- отображение на плане объекта направлений распространения опасных факторов пожара с точностью до извещателя;
- своевременное определение путей эвакуации и планирование первоочередных мер по ликвидации пожаров;
- сбор, хранение и передача информации о состоянии систем пожарной сигнализации в зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в высотных зданиях.

Горячие точки и очаги возникновения пожара на территории РФ фиксируются с помощью спутников, которые в свою очередь передают данные в соответствующие подразделения Федеральной противопожарной службы [7].

Для определения пожарной ситуации на территории России можно привести следующий пример, всего за сутки 23.07.2018 на территории Российской Федерации по данным спутников Terra и Aqua наблюдалось 297 природных пожаров с активным горением, на которых были зарегистрированы 1833 горячие точки. В том числе было зарегистрировано 218 активных пожаров, затрагивающих территории, покрытые лесом.

По предварительной оценке огнем могло быть затронуто около 24 тыс. га территории, покрытой лесом. Для сравнения: 23.07.2016 года на территории России всего наблюдалось 530 природных пожаров, на которых было зарегистрировано 8987 горячих точек. Из них пожаров, затронувших территорию, покрытую лесом, было 377, на которых было детектировано 8430 горячих точек [8].

Максимальное число активных пожаров наблюдалось в Сибирском федеральном округе (431), в том числе, на территории Красноярского края (251). На них было зарегистрировано 7510 (Сибирский федеральный округ) и 5730 (Красноярский край) горячих точек. Огнем было затронуто около 79,7 тыс. га территории, покрытой лесом.

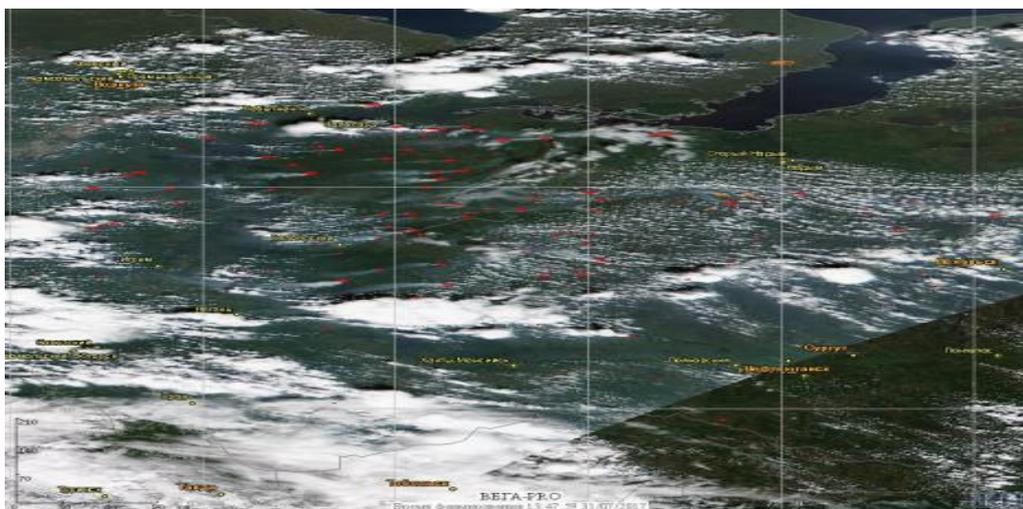


Рисунок 1 – Пожары в Ямало-Немецком а.о. и Ханты-Мансийском а.о.

### 1.3 Статистика пожаров в Сибирском Федеральном округе

В 2018 году большинство возгораний среди субъектов Сибирского Федерального округа было зарегистрировано в Красноярском и Забайкальском крае. По данным региональных служб было зафиксировано, что лишь за сутки с 28 августа по 29 августа было ликвидировано 40 лесных пожаров на площади 97 га. Пройденная огнем с момента возникновения площадь составила почти 658 тыс. га, в основном горели территории Якутии и Красноярского края, а также Хабаровского края и Магаданской области [9].

Усредненные значения основных показателей последствий ЧС, связанных с пожарами в субъектах Сибирского Федерального округа за период с 2007 по 2017 года представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненные значения основных показателей последствий ЧС, связанных с пожарами в субъектах Сибирского федерального округа за 2007-2017 гг.

| Субъекты СФО          | Количество пожаров, ед/год |
|-----------------------|----------------------------|
| Республика Алтай      | 342                        |
| Алтайский край        | 3818                       |
| Республика Бурятия    | 1385                       |
| Забайкальский край    | 1899                       |
| Иркутская область     | 3695                       |
| Кемеровская область   | 3854                       |
| Красноярский край     | 5065                       |
| Новосибирская область | 3030                       |
| Омская область        | 2309                       |
| Томская область       | 977                        |

По полученным данным можно сделать вывод, что наибольшее количество пожаров происходило на территории Красноярского края. Кемеровская область занимает второе место по количеству пожаров, несмотря на то, что имеет гораздо меньшую территорию по сравнению с другими областями [10].

#### 1.4 Методы предотвращения пожарной опасности в России и за рубежом

В России основным документом определяющим порядок предотвращения пожарной опасности является Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В большинстве промышленно развитых стран на данный момент переходят от жесткого нормирования требований пожарной безопасности при проектировании зданий, к более гибкому и лояльному нормированию. Данный аспект, устанавливает цели, которым обязана отвечать система пожарной безопасности объекта, не регламентирует проектные постановления с целью их достижения. В случае, если при традиционном подходе проектные постановления систем пожарной безопасности жестко регламентированы, то при гибком нормировании, когда возможны альтернативные проектные постановления, существенно увеличивается необходимость в разработке и фактическом применении методов для оценки пожарной опасности объектов и пожарного риска [11].

Определения «опасность» и «риск» представлены весьма многогранными, и их определения в существенной степени находятся в зависимости с контекста и области знания, в которой они вводятся и рассматриваются.

Существующие способы оценки возможных последствий пожаров можно причислить к способам анализа, сосредоточенным на изучении характеристик пожара и его воздействия на людей и имущество. Известной альтернативой количественному вероятностному анализу считаются, базирующиеся на использовании субъективных вероятностей. Достоверность такого рода оценки также не очень высока, однако абсолютно достаточна для принятия аргументированных решений по обеспечению пожарной безопасности [12].

Зарубежные концепции надзора в основном считаются муниципальными и имеют специализированные органы, ответственные за пожарную безопасность и охрану труда. В нормативных документах данных государств подробно регламентированы конкретные проблемы, функции и полномочия организаций контроля и надзора.

Таким образом, оценка пожарной безопасности строений и сооружений во Франции осуществляется экспертом по промышленной безопасности. Работа экспертов регламентируется Строительным кодексом; Законом от 20.10.1999 (комиссии по аккредитации); Правовой нормой NF EN 17-020 (принципы функционирования органов инспекции).

Оценкой пожарных рисков в области общественной пожарной безопасности в Канаде занимается только одна аккредитованная для данной цели частная компания – CGJ Insurance Business Services.

В Германии, аудиторы в сфере пожарной безопасности осуществляют проверку соответствия строений и сооружений условиям пожарной безопасности только на стадии проектирования. Решение о течении проектно-сметной документации на рассмотрение и регулирование в пожарную службу охраны или независимому аудитору берет на себя собственник имущества. Анализ и согласование проектно-сметной документации осуществляется на коммерческой основе работниками пожарной охраны в 3-месячный период, либо независимыми экспертами согласно противопожарной охране строительных сооружений в месячный срок [13].

В Люксембурге согласно общегосударственной системе в общенациональных масштабах вопросами единой оценки рисков в сфере гражданской защиты и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ведает Высший комиссариат государственной защиты, который выполняет координационные функции и наделяется особыми полномочиями в случае появления подобных ситуаций.

Несмотря на достижения в сфере предоставления пожарной безопасности, в сопоставлении с государствами мирового общества в Российской Федерации продолжает быть высоким индивидуальный пожарный риск ( $81 \cdot 10^{-6}$ ). С целью сопоставления, коэффициент индивидуального

пожарного риска в США составляет –  $9,8 \cdot 10^{-6}$ , в Германии –  $5,1 \cdot 10^{-6}$ , в Англии –  $7,8 \cdot 10^{-6}$ , во Франции –  $6,2 \cdot 10^{-6}$ .

Причиной столь значительного показателя на территории Российской Федерации является сокращение численности инспекционного состава и возрастания на них нагрузки в несколько раз. В связи с этим качество проверок значительно уменьшается, что отрицательно сказывается на противопожарном состоянии объектов охраны.

Ещё одной формой оценки соотношения объектов охраны требованиям пожарной безопасности определяется Федеральным законом №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» с 22.07.2008 г. Установлена декларация пожарной безопасности.

Декларация пожарной безопасности – модель оценки соответствия, содержащая данные о критериях пожарной безопасности, нацеленных на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска. Собственник объекта (декларант), заполняя определенную форму декларации пожарной безопасности, приобретает полную информацию как о состоянии пожарной безопасности на собственном объекте, так и о условиях пожарной безопасности, которые обязаны соблюдаться на объекте защиты. Получая данные о выполнении либо невыполнении требований нормативных документов согласно пожарной безопасности, декларант может установить достаточность и всесторонность мер пожарной безопасности на объекте для обеспечения допустимого уровня пожарного риска [14].

В итоге в тех или иных вариантах осуществляется анализ пожарных рисков:

- при конструировании зданий (построек и сооружений) с отступлениями от требований пожарных норм;
- в качестве самостоятельной оценки пожарных рисков;
- в случае выявления прежде не обнаруженных нарушений пожарной безопасности.

Численным выражением индивидуального пожарного риска для людей является частота воздействия ОФП на людей, находящихся на объекте. Где ОФП – опасные факторы пожара. Развернутый список ОФП представлен в ст. 9 гл. 2 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Необходимо выделить, что оценка пожарного риска – это проведение соответствующих расчетов согласно специально утвержденным методам, с помощью которых можно установить, соответствует либо не соответствует риск тем значениям, какие определены Техническим регламентом. Постановлением Правительства РФ с 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» регламентирован порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска. Если на объекте исполняются все без исключения условия пожарной безопасности (своды законов, муниципальные стандарты и прочие нормативные документы в области пожарной безопасности), то расчет согласно оценке пожарного риска не требуется. При этом расчеты согласно оценке пожарного риска могут входить в состав НОР.

Существует суждение о том, что при наличии положительного заключения НОР проверка органами Федерального правительственного пожарного надзора осуществляться не будет, что полностью никак не отвечает действительности. В случае несоответствия начальных расчетных данных фактическим обстоятельствам в объекте инспектором по пожарному надзору выносится мотивированное заключение о непринятии результатов расчета согласно оценке пожарного риска и при проверке, в том числе проверяется осуществление на объекте защиты требований абсолютно всех нормативных документов согласно пожарной безопасности.

Таким образом, независимая оценка пожарного риска – не роскошь, а необходимость для абсолютно всех руководителей, собственников недвижимости, беспокоящихся о сохранности объектов, состоянии здоровья и благосостоянии своих сотрудников. В завершение следует отметить, что

подбор форм оценки противопожарного состояния объекта остаётся за собственником.

На сегодняшний день можно оценить в помощью анализа риска только индивидуальный пожарный риск, тогда как определение территориального пожарного риска на государственном уровне не предусмотрено. В свою очередь методика Н.Н. Брушлинского позволяет оценить уровень пожарной опасности целиком на определенной территории, при этом дает возможность внести коррективы в работу противопожарной службы той территории, на которой уровень пожарной опасности является критическим [15].

## 2 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования в данной работе является Кемеровская область, входящая в состав Сибирского Федерального округа.

На территории Сибири сосредоточены: 96 % общероссийских запасов платины, 40 % свинца, 16 % цинка, 80 % угля, 17 % молибдена, 73 % никеля, 43 % меди, 17 % серебра, 40 % золота, 51 % марганцевых руд.

Доля округа в общем объеме промышленного производства РФ в 2016 году составила 11,6 % произведенной продукции сельского хозяйства – 12,1 %, инвестиции в основной капитал – 9,6 %. Доля СФО в общей протяженности железных дорог России – 17,5 %.

Состав СФО – это 10 субъектов Российской Федерации, в том числе:

- 3 республики (Алтай, Тыва, Хакасия);
- 2 края (Алтайский, Красноярский);
- 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская).

Административный центр – г. Новосибирск. Всего 2355 муниципальных образований (на 01.07.2018), из них:

- муниципальных районов – 266;
- городских округов – 71;
- городских поселений – 182;
- сельских поселений – 2836.

Общая площадь составляет – 4361,8 тыс. км<sup>2</sup>.

Округ граничит:

- на севере – с Ямало-Ненецким автономным округом;
- на западе – с Тюменской областью, Ямало-Ненецким автономным округом, Ханты-Мансийским автономным округом;

- на востоке – с Республикой Саха (Якутия), Забайкальским краем, Республикой Бурятия;
- на юге – с Республикой Казахстан, Монголией, Китайской Народной Республикой, Республикой Бурятия.

Кемеровская область – субъект Российской Федерации, входит в состав Сибирского федерального округа.

Площадь области – 95 725 км<sup>2</sup>, по этому показателю область занимает 34-е место в стране.

Население области составляет 2 673 796 чел. (2018), плотность населения – 27,93 чел/км<sup>2</sup> (2019). Большинство населения проживает в городах, имеются значительные территории с низкой плотностью населения. Удельный вес городского населения 86,64 %. Русские составляют более 90 % населения. Из малочисленных народов в области проживают шорцы, телеуты и сибирские татары, сохранившие свои культурные традиции.

Административный центр области – город Кемерово, численность населения которого составляет 558 973 чел (2018). Совместно с другими городами (Топки, Берёзовский и другими) области образует Кемеровскую агломерацию с числом жителей более 685 тыс. человек (2018).

Второй по численности (после Кемерово) город области – Новокузнецк. Население – 554 000 чел (2018). С многочисленными близлежащими городами и другими населёнными пунктами образует Новокузнецкую агломерацию более 1,3 млн. человек.

Область расположена на юго-востоке Западной Сибири.

Протяжённость области с севера на юг почти 500 км., с запада на восток – 300 км. Граничит на северо-востоке и севере с Томской областью, на северо-востоке – с Красноярским краем, на востоке – с Республикой Хакасия, на юге – с Республикой Алтай, на юго-западе – с Алтайским краем, на северо-западе – с Новосибирской областью [16].

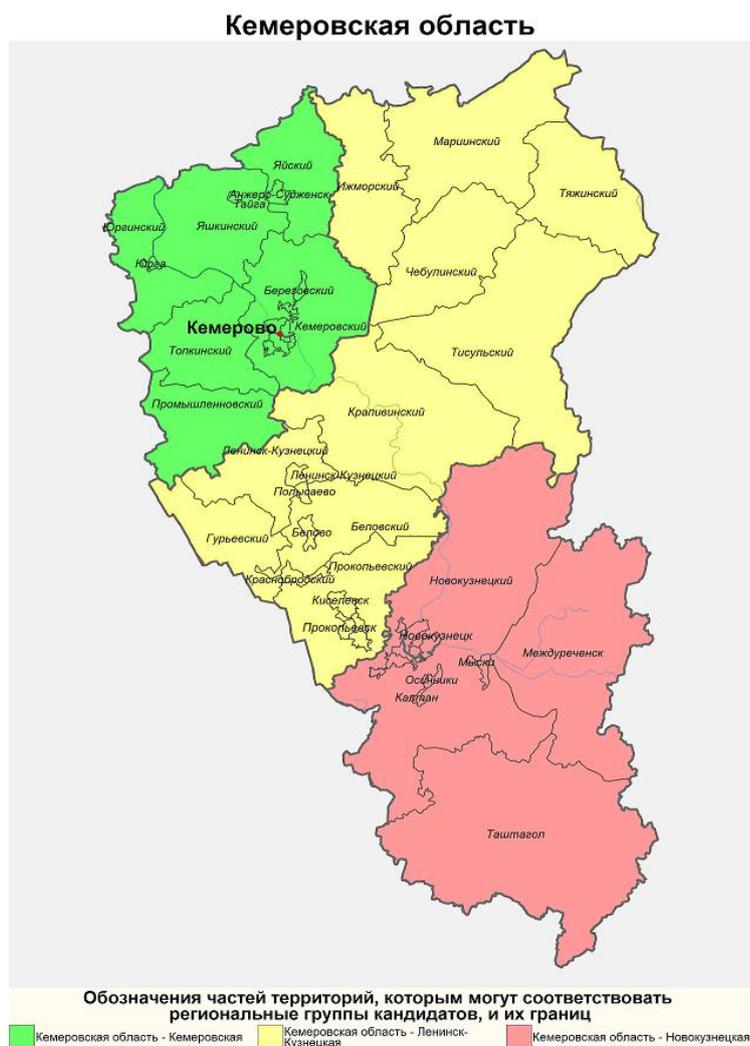


Рисунок 2 – Карта Кемеровской области

На территории области расположены разрезы, занимающие значительные площади. По числу промышленных предприятий Кемеровская область занимает ведущее место в Российской Федерации. На территории городов и районов Кемеровской области расположено несколько постов экологического наблюдения за состоянием атмосферного воздуха. В некоторых районах создаются особо охраняемые зоны. В Администрации Кемеровской области ежегодно делаются отчёты о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области. В Кемеровской области имеется 18 наблюдательных постов за состоянием окружающей среды (8 в Новокузнецке, 8 в Кемерово, 2 в Прокопьевске).

Индекс загрязнения воздуха по городам: г. Новокузнецк ИЗА < 14, г. Кемерово ИЗА < 14, г. Прокопьевск ИЗА < 5.

По данным на 2017 года река Томь имеет 74 водопользователя. Объем сброса сточных вод – 1,72 км<sup>3</sup>, в том числе 0,59 км<sup>3</sup> загрязнённых. Основные загрязняющие вещества – нефтепродукты, фенолы, железо общее, соединения азота, тяжелые металлы, медь, марганец. Общее количество отходов в 2017 году – 2 319 800,678 тыс. т., из них 23 – I класса опасности, 12 – II класса опасности, 319 – III класса опасности, 2410 – IV класса опасности, 2317037 – V класса опасности.

## 2.1 Выбор методики определения пожарного риска

Современная теория риска и безопасности исследует, главным образом, локальные риски, которые характеризуют опасности, угрожающие таким объектам защиты, как нефтеперерабатывающие заводы, автозаправочные станции, транспортные средства и другие. Однако не меньший интерес представляет оценка уровня комплексного показателя безопасности таких сложных систем, как страна, регионы, города, а также муниципальные образования [17]. Для этих систем была разработана теория интегральных пожарных рисков. Интегральные пожарные риски характеризуют комплекс опасностей, угрожающих таким сложным системам защиты, как города, муниципальные образования, регионы страны, то есть они суммируют все локальные качества элементов здания, предприятия, иные риски присущие этим элементам.

Человечество за все время своего существования не раз сталкивалось с различными природными опасностями. По мере их возникновения, появляются различного рода пути решения этих проблем. Актуальность пожарной опасности неизменна и по сей день.

Для минимизации количества пожаров были разработаны различные методики определения пожарных рисков, которые необходимы для анализа

возникновения пожаров на той или иной территории, путём расчетов. В данной работе будут проанализированы две методики:

- методика утвержденная Министерством РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий [18];
- методика расчёта пожарных рисков разработанная академиком Брушлинским Н.Н.

Рассмотрим первую методику. Данная методика рассчитана для определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности [19].

Величина пожарного риска определяется на основании: анализа пожарной опасности исследуемого объекта, определения частоты реализации пожароопасных ситуаций, оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития, наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий. Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для людей, находящихся в здании. Численным выражением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара на человека, находящегося в здании [20].

Результаты и выводы, полученные при определении пожарного риска, используются для обоснования параметров и характеристик зданий, сооружений и строений, которые учитываются в настоящей методике. Для получения исходных данных, необходимых для проведения расчетов предусмотренных настоящей методикой, следует использовать справочные источники информации и проектную документацию здания [21].

По методике Брушлинского Н.Н. определяются следующие пожарные риски:

- риск  $R_1$  для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени;
- риск  $R_2$  для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой);
- риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара за единицу времени.

Очевидно, что эти риски связаны соотношением:  $R_3 = R_1 \cdot R_2$ . Риск  $R_1$  характеризует возможность реализации пожарной опасности, а риски  $R_2$  и  $R_3$  – некоторые последствия этой реализации [22]. В качестве пожарных рисков, характеризующих материальный ущерб от пожаров, Н.Н. Брушлинский предлагает использовать, следующие риски:

- риск  $R_4$  уничтожения строений в результате пожара;
- риск  $R_5$  прямого материального ущерба от пожара.

Пожарные риски, во-первых, характеризуют возможность реализации пожарной опасности в виде пожара и во-вторых, содержат оценки его возможных последствий (а также обстоятельств, способствующих развитию пожара). Следовательно, при их определении необходимо знать частотные характеристики возникновения пожара на том или ином объекте, а также предполагаемые размеры его социальных, экономических и экологических последствий, обусловленных теми или иными обстоятельствами [23]. Отсюда следует, что во многих случаях пожарные риски можно оценивать статистическими или вероятностными методами, но в ряде случаев могут потребоваться и иные методы [24].

Методика расчёта интегральных пожарных рисков по Н.Н. Брушлинскому в данной работе была выбрана с учётом того, что в настоящее время законом не установлена методика для расчётов пожарных рисков на всей территории РФ, имеется лишь методика для расчёта пожарного риска конкретного здания или сооружения. Выбранная методика позволяет показать какая территория наиболее подвержена пожарам [25].

### 3 Определение уровня пожарной опасности на территории Кемеровской области

Разработка новых методов оценки пожарного риска (ПР) сегодня очень актуальна, т.к. в России на уровне высшего нормативно-правового акта – Федерального закона определен один из способов обеспечения пожарной безопасности объекта – расчет ПР [26]. Существующие методики сложны в расчетах и на практике в основном используются только специализированными компьютерными программами и организациями и подготовленными специалистами в этой области. Хотелось бы иметь возможность использования более упрощенных и доступных для инженерных работников объектов методов оценки ПР, в том числе экспресс-методов. В зависимости от исходной информации методы оценки рисков для населения и организаций можно разделить на статистические, теоретико-вероятностные и эвристические. Статистические методики основаны на определении вероятностей по имеющимся статистическим данным. Изучаются статистические данные и составляется наиболее вероятный прогноз на будущее [27].

Статистический метод количественной оценки ПР требует наличия значительного массива данных, которые не всегда имеются в распоряжении. Теоретико-вероятностные методики основаны на использовании математических моделей и статистических данных по частным событиям. Они используются для оценки рисков от редких событий, когда статистика практически отсутствует. Если аналитическое моделирование затруднено, то для получения оценок может быть использовано математическое моделирование [28].

Эвристические методики основаны на использовании субъективных вероятностей, получаемых с помощью экспертного оценивания, и

используются для сложно формализуемых задач, например, при оценке комплексных рисков от совокупности опасностей, когда отсутствуют не только статистические данные, но и математические модели (либо модели слишком грубы, т.е. их точность низка). На сегодняшний день одними из наиболее распространенных методик является теоретико-вероятностная методика с использованием существующих статистических данных [29]. В общем случае риск поражения при авариях и катастрофах обычно рассматривается как вероятность нанесения определенного ущерба человеку и окружающей среде или математическое ожидание ущерба.

Пожар – это неуправляемый процесс горения, который наносит вред обществу и окружающей среде.

У каждой опасности существует риски, характеризующие отдельные аспекты этой опасности. Также существует множество пожарных рисков, которые будут рассмотрены в данной работе [30]. К основным пожарным рискам можно отнести следующие:

– риск  $R_1$  для человека столкнуться с пожаром (его опасными факторами) за единицу времени. В настоящее время удобно этот риск измерять в единицах  $\frac{\text{пожар}}{10^3 \text{чел.год}}$  ;

– риск  $R_2$  для человека погибнуть при пожаре (оказаться его жертвой). Здесь единица измерения имеет вид  $\frac{\text{жертва}}{10^2 \text{пожаров}}$  ;

– риск  $R_3$  для человека погибнуть от пожара за единицу времени  $\frac{\text{жертва}}{10^5 \text{чел.год}}$  ;

– риск  $R_5$  прямого материального ущерба от пожара,  $\frac{\text{денежная единица}}{\text{пожар}}$  ;

– риск  $R_{в.п}$  возникновения пожара на объекте,  $\frac{\text{пожар объект}}{\text{год}}$  ;

– риск  $R_{тр}$  риск для любого человека травмироваться при пожаре  $\frac{\text{кол. травмир.}}{\text{число проживающих}}$  ;

– риск  $R_y$  риск прямого материального ущерба от пожара  $\frac{\text{тыс. р.}}{\text{кол.пожаров}}$ .

В таблице 2 приведены результаты анализа статистических данных по пожарам с 2012 по 2017 год. Все значения были усреднены и послужили основой для расчетов пожарных рисков [31].

Таблица 2 – Усредненные значения основных показателей последствий ЧС, связанных с пожарами в АТЕ Кемеровской области за 2012-2017 гг.

| АТЕ  | Количество жителей, тыс. чел | Количество объектов, ед. | Количество пожаров, ед/год | Прямой материальный ущерб, млн.р/год | Количество погибших при пожаре, чел/год | Количество травмированных при пожаре, чел/год |
|--|------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Промышленновский р-н                               | 49,606                       | 6583                     | 52,5                       | 2,17                                 | 4,0                                     | 1,0   |
| Топкинский р-н                                     | 44,276                       | 11502                    | 85,7                       | 1,29                                 | 6,3                                     | 0   |
| Таштагольский р-н                                  | 53,833                       | *                        | 43,7                       | 0,78                                 | 4,2                                     | 0,8   |
| Тяжинский, Тисульский р-ны                         | 46,815                       | 18705                    | 63,7                       | 0,84                                 | 7,8                                     | 1,5   |
| г. Тайга, Яшкинский р-н                            | 25,100                       | 14278                    | 53,2                       | 0,31                                 | 8,0                                     | 3,0   |
| г. Гурьевск, Гурьевский р-н                        | 24,083                       | 6557                     | 75,7                       | 2,63                                 | 4,5                                     | 2,8   |
| Ленинск-Кузнецкий р-н, Полысаево, Крапивинский р-н | 99,218                       | 24771                    | 131,7                      | 2,23                                 | 10,3                                    | 3,5   |
| Мариинский, Чебулинский р-ны                       | 131,760                      | 19838                    | 87                         | 1,3                                  | 9,3                                     | 1,0   |
| г. Юрга, Юргинский р-н                             | 81,324                       | 11522                    | 129                        | 0,72                                 | 9,0                                     | 4,0   |

|  |         |        |        |       |       |       |
|--|---------|--------|--------|-------|-------|-------|
| г. Прокопьевск,<br>г. Киселевск,<br>Прокопьевский р-н  | 330,18  | 47609  | 425,7  | 13,31 | 42,0  | 12,3  |
| г. Осинники, г.<br>Калтан                              | 65,966  | 17260  | 112,7  | 0,84  | 7,5   | 2,8   |
| г.<br>Новокузнецк,<br>Новокузнецкий р-н                | 51,162  | 49635  | 648,5  | 14,04 | 42,5  | 27,5  |
| г. Междуреченск,<br>г. Мыски                           | 142,225 | 12649  | 69,5   | 0,29  | 11,5  | 6,8   |
| г. Ленинск-Кузнецкий                                   | 99,528  | 18606  | 82,5   | 0,55  | 5,0   | 2,8   |
| г. Белово,<br>Беловский р-н,<br>пгт.<br>Краснобродский | 28,915  | 60823  | 228,7  | 4,78  | 17,5  | 3,8   |
| г. Анжеро-Судженск,<br>Яйский и<br>Ижморский р-ны      | 95,598  | 31301  | 121,5  | 1,7   | 13,8  | 2,8   |
| г. Кемерово,<br>Кемеровский р-н,<br>г. Березовский     | 544,231 | 58042  | 1020   | 15,12 | 33,5  | 29,3  |
| Кемеровская область                                    | 1913,82 | 394776 | 3431,3 | 62,9  | 236,7 | 105,7 |

На основании данных таблицы 2 были рассчитаны интегральные пожарные риски. Результаты расчётов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Оценка интегральных пожарных рисков в АТЕ Кемеровской области за период 2012-2017 гг.

| АТЕ                  | $R_1 \cdot 10^{-4}$ | $R_2 \cdot 10^{-2}$ | $R_3 \cdot 10^{-6}$ | $R_{гр} \cdot 10^{-6}$ | $R_{в.п} \cdot 10^{-2}$ | $R_y$ |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|-------|
| Промышленновский р-н | 10,6                | 7,6                 | 80,56               | 20,2                   | 0,8                     | 41,3  |

|  |       |      |        |       |      |      |
|--|-------|------|--------|-------|------|------|
| Топкинский р-н   | 19,3  | 7,4  | 142,82 | 0     | 0,7  | 15,1 |
| Таштагольский р-н  | 8,1   | 9,6  | 77,76  | 14,9  | *    | 17,8 |
| Тяжинский,<br>Тисульский р-ны                            | 13,6  | 12,2 | 165,92 | 32,0  | 0,6  | 13,2 |
| г. Тайга,<br>Яшкинский р-н                               | 21,2  | 15   | 318    | 119,5 | 0,4  | 5,8  |
| г. Гурьевск,<br>Гурьевский р-н                           | 31,4  | 5,9  | 185,26 | 116,3 | 1,15 | 34,7 |
| Ленинск-Кузнецкий<br>р-н, Полысаево,<br>Крапивинский р-н | 13,3  | 7,8  | 103,74 | 35,3  | 0,5  | 16,9 |
| Мариинский,<br>Чебулинский р-ны                          | 6,6   | 10,7 | 70,62  | 7,6   | 0,4  | 14,9 |
| г. Юрга,<br>Юргинский р-н                                | 15,9  | 7,0  | 111,3  | 49,2  | 1,1  | 5,6  |
| г. Прокопьевск, г.<br>Киселевск,<br>Прокопьевский р-н    | 12,9  | 9,9  | 127,71 | 37,3  | 0,9  | 31,3 |
| г. Осинники, г.<br>Калтан                                | 17,1  | 0,7  | 11,97  | 42,4  | 0,7  | 7,5  |
| г. Новокузнецк,<br>Новокузнецкий р-н                     | 126,8 | 6,6  | 836,88 | 537,5 | 1,3  | 21,6 |
| г. Междуреченск, г.<br>Мыски                             | 4,9   | 16,5 | 80,85  | 47,8  | 0,5  | 4,2  |
| г. Ленинск-<br>Кузнецкий                                 | 8,3   | 6,1  | 50,63  | 28,1  | 0,4  | 6,7  |
| г. Белово,<br>Беловский р-н, пгт.<br>Краснобродский      | 79,1  | 7,7  | 609,07 | 131,4 | 0,4  | 20,9 |
| г. Анжеро-<br>Судженск, Яйский<br>и Ижморский р-ны       | 12,7  | 11,4 | 144,78 | 29,3  | 0,4  | 14,0 |
| г. Кемерово,<br>Кемеровский р-н, г.<br>Березовский       | 18,7  | 3,3  | 61,71  | 53,8  | 1,8  | 14,8 |
| Кемеровская<br>область                                   | 17,9  | 6,9  | 123,51 | 55,2  | 0,9  | 18,3 |

Полученные результаты пожарных рисков показывают, что уровень противопожарной защиты объектов, расположенных на территории Кемеровской области не соответствует нормативным требованиям. Особо выделяется риск прямого ущерба в Промышленновском районе [32]. Это объясняется значительным числом пожаров в частных легковых автомобилях и многоквартирных жилых домах, согласно статистическим данным Управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Кемеровской области [33].

Для того, чтобы оценить различие в значениях пожарных рисков области относительно Сибирского Федерального округа, введено понятие «парный риск», который показывает отношение соответствующего вида пожарного риска в административно-территориальной единице к значению этого же вида риска в области:

$$P_i^{ATE} = \frac{R_i^{ATE}}{R_i^{К.О}}, \quad (3)$$

где  $P_i^{ATE}$  – парный риск,

$R_i^{ATE}$  – пожарный риск одного из рассматриваемых районов,

$R_i^{К.О}$  – пожарный риск Кемеровской области.

В таблице 4 представлены полученные значения парных пожарных рисков в АТЕ Кемеровской области.

Таблица 4 – Значения парных пожарных рисков в АТЕ Кемеровской области

| АТЕ                        | $P_{RЗ} \cdot 10^{-6}$ | $P_{RTP} \cdot 10^{-6}$ | $P_{РВ.П} \cdot 10^{-2}$ | $P_{RV}$ |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|----------|
| Промышленновский р-н       | 0,652                  | 0,366                   | 0,889                    | 2,26     |
| Топкинский р-н             | 1,156                  | 0                       | 0,778                    | 0,83     |
| Таштагольский р-н          | 0,659                  | 0,270                   | *                        | 0,97     |
| Тяжинский, Тисульский р-ны | 1,343                  | 0,580                   | 0,667                    | 0,72     |
| г. Тайга, Яшкинский р-н    | 2,575                  | 2,165                   | 0,444                    | 0,32     |

|  |       |       |       |      |
|--|-------|-------|-------|------|
| г. Гурьевск,<br>Гурьевский р-н                               | 1,500 | 2,107 | 1,278 | 1,90 |
| Ленинск-Кузнецкий район,<br>Полысаево,<br>Крапивинский район | 0,840 | 0,640 | 0,556 | 0,92 |
| Мариинский,<br>Чебулинский р-ны                              | 0,572 | 0,138 | 0,444 | 0,81 |
| г. Юрга,<br>Юргинский р-н                                    | 0,901 | 0,891 | 1,222 | 0,31 |
| г. Прокопьевск, г. Киселевск,<br>Прокопьевский р-н           | 1,034 | 0,676 | 1,000 | 1,71 |
| г. Осинники, г. Калтан                                       | 0,097 | 0,768 | 0,778 | 0,41 |
| г. Новокузнецк,<br>Новокузнецкий р-н                         | 6,776 | 9,737 | 1,444 | 1,18 |
| г. Междуреченск, г. Мыски                                    | 0,655 | 0,866 | 0,556 | 0,23 |
| г. Ленинск-Кузнецкий   | 0,410 | 0,509 | 0,444 | 0,37 |
| г. Белово,<br>Беловский р-н, пгт. Краснобродский             | 4,931 | 2,380 | 0,444 | 1,14 |
| г. Анжеро-Судженск, Яйский и Ижморский р-ны                  | 1,172 | 0,531 | 0,444 | 0,77 |
| г. Кемерово,<br>Кемеровский р-н, г. Березовский              | 0,500 | 0,975 | 2,000 | 0,81 |

На основании теории интегральных пожарных рисков, введен комплексный показатель пожарной опасности, определяемый по формуле:

$$K_{R \text{ п.о}}^i = \prod_{i=1}^n \Pi_i^{ATE}, \quad (3.1)$$

где  $K_{R \text{ п.о}}^i$  – комплексный показатель пожарной опасности.

На основании комплексного показателя пожарной опасности, установлен уровень пожарной опасности в административно-территориальных единицах Кемеровской области [34]. Если  $K_{R \text{ п.о}}^i > 2$ , то считается, что это

чрезвычайный уровень пожарной опасности, если  $1 < K_{R_{п.о}}^i \leq 2$ , то это высокий уровень пожарной опасности, если  $0,5 < K_{R_{п.о}}^i \leq 1$ , то данный риск является средним, если  $0 < K_{R_{п.о}}^i \leq 0,5$ , данный риск является низким [35].

Значения комплексного показателя пожарного риска и оценка уровня пожарной опасности для АТЕ Кемеровской области приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Оценка пожарной опасности в АТЕ Кемеровской области на основании комплексного показателя пожарного риска

| АТЕ  | Комплексный показатель пожарного риска $K_{R_{п.о}}$ | Уровень пожарной опасности |
|--|--|----------------------------|
| Промышленновский р-н                               | 2,269  | чрезвычайный               |
| Топкинский р-н                                     | 0,838  | средний                    |
| Таштагольский р-н                                  | 0,970*   | средний                    |
| Тяжинский, Тисульский р-ны                         | 0,727  | средний                    |
| г. Тайга, Яшкинский р-н                            | 0,324  | низкий                     |
| г. Гурьевск, Гурьевский р-н                        | 1,913  | высокий                    |
| Ленинск-Кузнецкий р-н, Полысаево, Крапивинский р-н | 0,926  | средний                    |
| Мариинский, Чебулинский р-ны                       | 0,814  | средний                    |
| г. Юрга, Юргинский р-н                             | 0,322  | низкий                     |
| г. Прокопьевск, г. Киселевск, Прокопьевский р-н    | 1,720  | высокий                    |
| г. Осинники, г. Калтан                             | 0,418  | низкий                     |
| г. Новокузнецк, Новокузнецкий р-н                  | 1,194  | высокий                    |
| г. Междуреченск, г. Мыски                          | 0,236  | низкий                     |
| г. Ленинск-Кузнецкий                               | 0,374  | низкий                     |
| г. Белово, Беловский р-н, пгт. Краснобродский      | 1,144  | высокий                    |
| г. Анжеро-Судженск, Яйский и Ижморский р-ны        | 0,774  | средний                    |
| г. Кемерово, Кемеровский р-н, г. Березовский       | 0,830  | средний                    |

По полученным данным на карте области были построены распределения уровней пожарной опасности (рис. 3).



Рисунок 3 – Распределение уровней пожарной опасности

Как видно из рисунка, высокий уровень пожарной опасности наблюдается в центральной части области, а именно в Новокузнецком, Беловском и Прокопьевском районах. Примечательно, что это основные угледобывающие районы Кузбасса, с высокой антропогенной нагрузкой и выбросами загрязняющих веществ [36].

На основании исследования установлено, что уровень противопожарной защиты объектов, расположенных на территории области, не соответствует требованиям пожарной безопасности [37].

Полученные расчётные значения индивидуального пожарного риска показали, что уровень безопасности людей, проживающих на территории Кемеровской области, не соответствует требованиям Федерального закона № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [38].

#### 4 Разработка алгоритма программы расчета пожарного риска в территориальных единицах Кемеровской области

В настоящее время существует огромное количество программ по расчёту пожарного риска. Программы используются в частности для конкретного предприятия, производственных зданий, жилых помещений. К таким программам можно отнести:

- программа «Токси»;
- программа «Токсодоза»;
- программа «Русь».

Рассмотрим более детально программу «Токси-риск».

Программный комплекс «ТОХИ+Risk 5» служит для автоматизации вычислений и подготовки разделов технической документации при:

- проектировании производственных объектов, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества;
- разработке деклараций промышленной и пожарной безопасности;
- разработке планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций;
- разработке мероприятий по защите персонала и населения от возможных аварий;
- оценке воздействия аварийных выбросов ОВ на окружающую среду;
- расчетах пожарного риска;
- количественном анализе риска аварий на ОПО;
- разработке специальных технических условий;
- разработке обоснований безопасности ОПО;

- оценке взрывоустойчивости зданий и сооружений;
- обязательном страховании ответственности владельцев ОПО;
- проведении иных процедур, связанных с оценкой последствий выбросов ОВ.

Программный комплекс «ТОХИ+Risk 5» позволяет визуализировать результаты расчетов на планах местности, выполненных в векторном и растровом форматах (dxf, dwg, bmp, jpg), проводить оценку числа людей, попавших в зоны действия опасных факторов, погибших, строить поля потенциального риска, а также поля частот превышения выше заданного уровня избыточного давления и импульса от нескольких источников опасности для различных сценариев аварии, рассчитывать коллективный, индивидуальный и социальный риски.

С помощью программного комплекса могут быть решены следующие расчетные задачи:

- расчет и визуализация территориального потенциального риска;
- построение сечений потенциального риска;
- расчет коллективного, индивидуального, социального риска аварий;
- расчет индивидуального и социального пожарного риска;
- оценка возможного числа погибших и пострадавших в результате аварий на ОПО;
- расчет последствий аварий;
- детерминированный подход к обоснованию взрывоустойчивости зданий и сооружений на основании расчета зон поражения ударной волной при взрыве ТВС;
- вероятностный подход к обоснованию взрывоустойчивости зданий и сооружений на основании количественного анализа риска и частоты превышения избыточного давления и импульса ударных волн при взрывах

ТВС. Расчет территориального поля частот превышения избыточного давления ударных волн при взрывах ТВС, построение F-P диаграмм.

Фогард-ПР – одна из программ по расчёту величин пожарного риска.

Фогард-ПР разработана в соответствии с Приказом МЧС РФ от 10.07.2012 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» [39].

Программа расчета пожарного риска (экспресс-калькулятор) разработан на основе раздела II Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (приказ МЧС России от 30.06.2009 г. № 382) [40]. Определение расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (за исключением производственного и складского назначения) [41].

Практическая область применения калькулятора пожарного риска. Использование на этапе анализа возможности расчёта пожарного риска на объекте защиты [42]. On-line калькулятор позволяет проводить оценку пожарного риска без входа в программный комплекс «Fogard», но не формирует отчёт. Для формирования отчёта – необходимо войти в программный комплекс и в каталоге «Расчёты» выбрать расчёт пожарного риска (экспресс-калькулятор).

Функциональные возможности программы пожарного риска:

- встроены вероятности возникновения пожара в зависимости от функционального назначения объекта защиты;
- встроены вероятности эффективного срабатывания систем противопожарной защиты; предусмотрена возможность формирования отчёта по расчёту пожарного риска с методической частью и без неё (внутри программного комплекса Fogard) [43];

- встроены времена начала эвакуации в зависимости от функциональной пожарной опасности объекта расчёта пожарного риска и типа СОУЭ;

- для on-line калькулятора пожарного риска предусмотрена возможность выставить вероятность эвакуации людей значение 0,999.

Плюсы программы Фогард-ПР:

- сервис Фогард доступен с любого компьютера, подключенного к сети интернет, при этом не требуется установка дополнительного программного обеспечения. Достаточно иметь любой из распространенных веб-браузеров и установленный flash player [44].

- для повышения качества программ внутри сервиса Фогард предусмотрена «Обратная связь», которая позволяет мгновенно отправлять замечания и предложения по программам.

- начать создавать расчеты и оценить интерфейс сервиса Фогард можно сразу после авторизации.

- пользователю всегда доступны последние версии программ, так как программы размещены в сети интернет и не требуют дополнительного обновления на компьютере.

- все ранее проведённые расчёты доступны в любой момент и по ним можно сформировать отчёты и просмотреть результаты.

- данные для проведения расчета, а также результаты проведения расчета доступны в любой момент, что позволяет их демонстрировать любому проверяющему органу – экспертиза, государственный пожарный надзор.

- пользователи регулярно получают рассылку с новостями о новых возможностях Фогарда.

К минусам можно отнести:

- высокую стоимость программы;
- определение уровня пожарного риска лишь на определенном объекте исследования.

Объектом исследования в данной работе является территория Российской Федерации и в частности Кемеровская область. Алгоритм разрабатывается по методике Брушлинского, состоит из следующих этапов: расчет интегрального риска, парных рисков, определение комплексного ППО [45].

Алгоритм расчёта уровня пожарного риска представлен на рисунке 4.



Рисунок 4 – Алгоритм расчёта уровня пожарного риска

Входной информацией процесса является:

- данные о количестве жителей;
- данные о количестве объектов пожарного надзора;
- данные о количестве пожаров;
- данные о количестве погибших;
- данные о материальном ущербе;
- данные о количестве травмированных;
- схемы, планы местности;

- экспертные оценки;
- информация о сроках и ИТ-бюджете.

ИС должна выполнять следующие функции:

- учет сведений о программных продуктах;
- учет экспертных оценок.

В результате работы система должна выдавать следующую выходную информацию:

- отчёт «Результат интегрального пожарного риска»;
- отчёт «Результат парного пожарного риска»;
- отчёт «Результат комплексного показателя пожарной опасности»;
- карта-схема территориального распределения пожарной опасности.

Функциональная схема процесса расчёта интегрального пожарного риска представлена на рисунке 5.

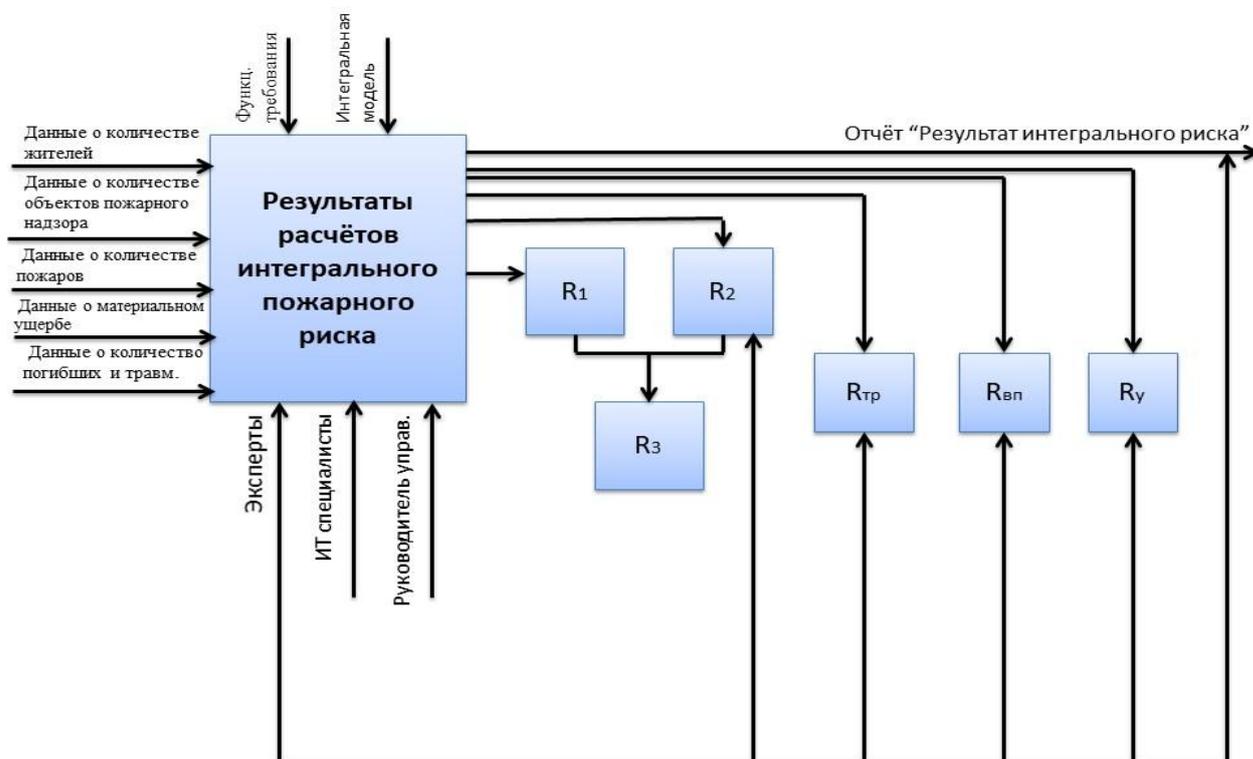


Рисунок 5 – Функциональная схема процесса расчёта пожарного риска

Функция «Учет экспертных оценок» обеспечивает учет информации о оценках присвоенные программным продуктам экспертами. Для функции «Учет экспертных оценок» входной информацией является:

- данные о программных продуктах;
- экспертные оценки.

Выходной информацией является:

- экспертные оценки по показателям;
- отчет «Оценка программных продуктов».

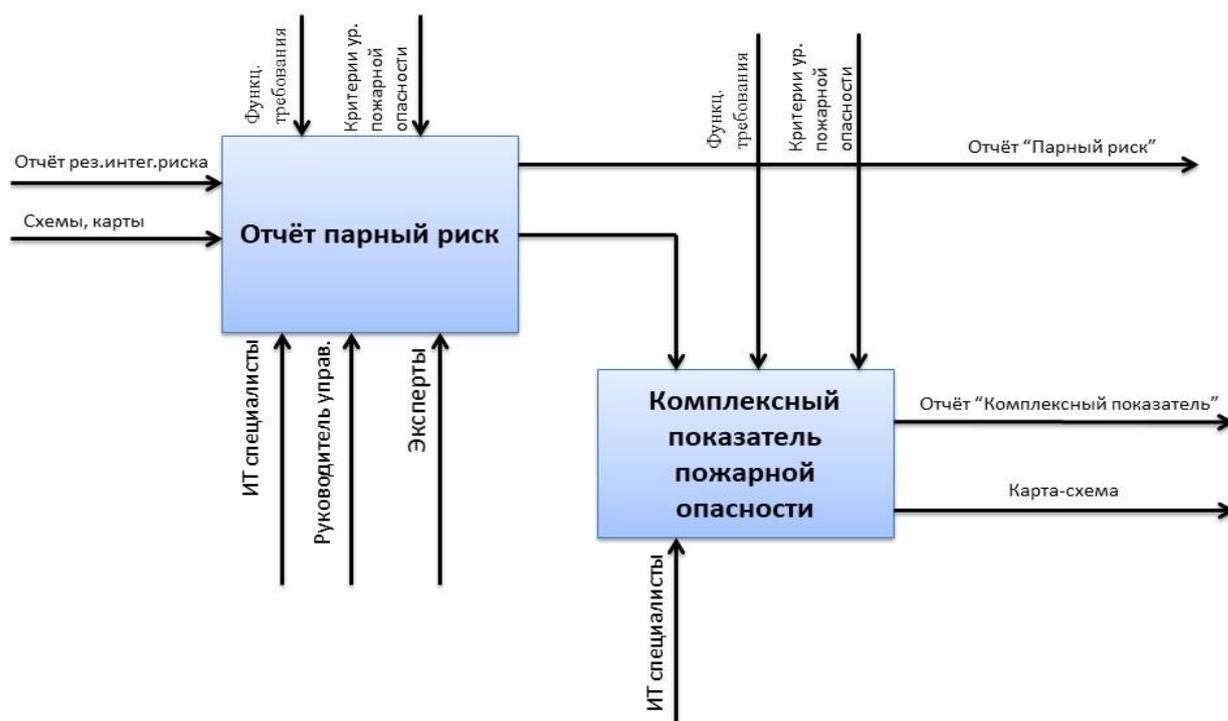


Рисунок 6 – Функциональная схема процесса расчёта пожарного риска

Применяя данные алгоритмы ИТ-специалист сможет осуществить разработку расчёта показателя пожарного риска в таких программах как 1С, Excel .

Автоматизация расчётов пожарных рисков необходима для быстрого получения результатов о пожароопасности конкретного района, а также для принятия мер, для уменьшения возможных рисков возникновения пожара. Автоматизированная система поможет сократить время расчётов, трудоемкость процесса снизиться до минимума [46].

В результате разгерметизации автоцистерны объемом 28,045 м<sup>3</sup> на сливочной площадке автозаправочной станции № 9 находящейся в Промышленновском районе, происходит разлив 22060,8 кг бензина. Данная авария происходит с растеканием нефтепродуктов по территории автозаправочного комплекса, с последующим воспламенением. Площадь пролива составляет 4210 м<sup>2</sup>. Интенсивность излучения от пожара пролива составляет 16 кВт/м<sup>2</sup>.

### 5.1 Оценка полного, прямого и косвенного ущерба

Полный ущерб представляет собой сумму прямого и косвенного ущерба, и рассчитывается по формуле:

$$U = U_{\text{пр}} + U_{\text{к}}; \quad (5)$$

где  $U_{\text{пр}}$  – прямой ущерб, 430 тыс.руб;

$U_{\text{к}}$  – косвенный ущерб, 2,58 млн.руб.

$$U = 2,58 + 0,430 = 3,01 \text{ млн.руб.}$$

Оценка прямого ущерба представляет в данном случае сумму всех основных производственных фондов (ОПФ) и оборотных средств (ОС). Производственные фонды: здания, технологическое оборудование и коммунально-энергетические сети (операторная, здание приема масел, ТРК, резервуары). Оборотное средство является автобензин, однако в расчетах он не будет учитываться, т.к. является иницирующим фактором данной аварии.

$$U_{\text{пр}} = C_{\text{опф}} + C_{\text{ос}}; \quad (5.1)$$

$$C_{\text{опф}} = C_{\text{з}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{кЭС}}; \quad (5.2)$$

$$C_{\text{з}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{зОСТ}} \cdot G_{\text{кЭС}}; \quad (5.3)$$

$$C_{\text{ТО}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{КЭС}} \cdot G_{\text{КЭС}}. \quad (5.4)$$

При пожаре пролива:

$$G = \frac{F_n}{F_0}, \quad (5.5)$$

где  $G$  – относительная величина ущерба при пожаре;

$F_n$  – площадь пожара, м<sup>2</sup>;

$F_0$  – площадь объекта, м<sup>2</sup>.

$$G = \frac{4210}{4550} = 0,92.$$

Таблица 6 – Исходные данные для оценки прямого ущерба

| Наименование                      | Значение |
|-----------------------------------|----------|
| Балансовые стоимости (тысяч руб.) |          |
| Операторная                       | 252      |
| Пункт сбора масел                 | 110      |
| ТРК для масел                     | 6        |
| ТРК для ГСМ                       | 200      |
| Резервуары Р-4                    | 30       |
| Амортизационные нормы (%)         |          |
| Операторная                       | 2,3      |
| Пункт сбора масел                 | 1,2      |
| ТРК для масел                     | 4,2      |
| ТРК для ГСМ                       | 4,2      |
| Резервуары Р-4                    | 1,5      |

Балансовые и амортизационные стоимости [47]. Фактический срок эксплуатации 6 лет.

Остаточная стоимость:

операторной:

$$C_{\text{зост}} = C_3 \left( 1 - \frac{N_{\text{аз}} \cdot T_{\text{фз}}}{100} \right), \quad (5.6)$$

$$C_{\text{зост}} = 217,2 \text{ т.р.};$$

пункта сбора масел:

$$C_{\text{зост}} = C_3 \left( 1 - \frac{H_{\text{аз}} \cdot T_{\text{фз}}}{100} \right), \quad (5.7)$$

$$C_{\text{зост}} = 102 \text{ т.р.};$$

ТРК для ГСМ:

$$C_{\text{тоост}} = C_{\text{то}} \left( 1 - \frac{H_{\text{а}} \cdot T_{\text{фто}}}{100} \right), \quad (5.8)$$

$$C_{\text{тоост}} = 149,6 \text{ т.р.};$$

ТРК для масла:

$$C_{\text{тоост}} = C_{\text{то}} \left( 1 - \frac{H_{\text{а}} \cdot T_{\text{фто}}}{100} \right), \quad (5.9)$$

$$C_{\text{тоост}} = 4,2 \text{ т.р.};$$

резервуары р-4:

$$C_{\text{тоост}} = C_{\text{то}} \left( 1 - \frac{H_{\text{а}} \cdot T_{\text{фто}}}{100} \right), \quad (5.10)$$

$$C_{\text{тоост}} = 85 \text{ т.р.};$$

КЭС:

$$C_{\text{кэсот}} = \left( 1 - \frac{H_{\text{акэс}} \cdot T_{\text{фкэс}}}{100} \right), \quad (5.11)$$

$$C_{\text{кэсот}} = 22,3 \text{ т.р.};$$

ущерб, нанесенный зданиям:

$$C_3 = \sum_{i=1}^n C_{\text{зост}} \cdot G_3, \quad (5.12)$$

$$C_3 = 167 + 78,5 = 245 \text{ т.р.};$$

ущерб нанесенному оборудованию:

$$C_{\text{то}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{то}} \cdot G_{\text{то}}, \quad (5.13)$$

$$C_{\text{то}} = 115,1 + 3,2 + 49,3 = 183,6 \text{ т.р.};$$

ущерб нанесенному КЭС:

$$C_{\text{кэс}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{кэс}} \cdot G_{\text{кэс}}, \quad (5.14)$$

$$C_{\text{кэс}} = 17,1 \text{ т.р.};$$

ущерб нанесенным общим производственным фондам:

$$C_{\text{офп}} = C_3 + C_{\text{то}} + C_{\text{кэс}}, \quad (5.15)$$

$$C_{\text{офф}} = 245 + 167,9 + 17,1 = 430 \text{ т. руб.};$$

Т.к. основное оборотное средство, являвшееся иницирующим фактором аварии, его расчеты не принимаем  $C_0 = 0$ .

Прямой ущерб:

$$Y_{\text{пр}} = C_{\text{офф}} = 430 \text{ т.р.}$$

Оценка косвенного ущерба.

Косвенный ущерб, нанесенный предприятию, определяется по формуле:

$$Y_{\text{к}} = C_{\text{в}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{лчс}} + C_{\text{лпчс}}; \quad (5.16)$$

$$Y_{\text{к}} = 2,1 + 0,313 + 0,025 + 0,142 = 2,58 \text{ млн. руб.}$$

где  $C_{\text{в}}$  – затраты, связанные с восстановлением производства, 2,1 млн. руб.;

$C_{\text{оп}}$  – средства, необходимые для оказания помощи пострадавшим, 313000 руб.;

$C_{\text{лчс}}$  – средства, необходимые для ликвидации ЧС, 25000 руб.;

$C_{\text{лпчс}}$  – средства, необходимые для ликвидации последствий ЧС, 142000 руб.

Затраты на восстановление предприятия определяются по формуле:

$$C_{\text{в}} = C_{\text{вз}} + C_{\text{вто}} + C_{\text{вкэс}} \cdot \frac{C_{\text{к}}}{100} \cdot t_{\text{в}}. \quad (5.17)$$

Таблица 7 – Исходные данные для определения затрат на восстановление производства

| Наименование                                    | Значение |
|---|----------|
| Норма выработки на одного рабочего в год        |          |
| По восстановлению зданий                        | 30       |
| По восстановлению технологического оборудования | 15       |
| По восстановлению КЭС                           | 6        |

Требуемое количество рабочей силы для ведения восстановительных работ:

$$R = \frac{C_{\text{вз}}}{P_{\text{з}}} + \frac{C_{\text{вто}}}{P_{\text{то}}} + \frac{C_{\text{вкэс}}}{P_{\text{кэс}}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{зб}} \cdot C_{\text{з}}}{P_{\text{з}}} + \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{то}} \cdot C_{\text{то}}}{P_{\text{то}}} + \frac{\sum_{i=1}^n C_{\text{кэс}} \cdot C_{\text{кэс}}}{P_{\text{кэс}}} \quad (5.18)$$

где  $R_3, R_{то}, R_{кэс}$  – нормы выработки на одного рабочего в год при ведении работ по восстановлению зданий, технологического оборудования, КЭС;  $R = 22$ .

Количество производственного персонала, который может быть привлечён к восстановительным работам после аварии:

$$R' = R_{пп} - N_{п}, \quad (5.19)$$

$$R' = 360 \cdot (42 + 22 + 31 + 20) = 245 \text{ чел.}$$

Время восстановления ОЭ:

$$t_b = T \cdot R / R', \quad (5.20)$$

$$t_b = 312 \cdot 22 / 245 = 3 \text{ мес.}$$

$C_r$  – ставка банковского кредита, 31 % день.

Стоимость восстановления ОЭ:

$$C_b = (245 + 183 + 17) \cdot 0,31 \cdot 28 = 2,862 \text{ млн.р.}$$

## 6.2 Компенсация пострадавшим и семьям погибших

Компенсации пострадавшим и семьям погибших выплачиваются в соответствии с действующим законодательством. В общем случае в соответствии со сложившейся мировой практикой сумма расходов может быть определена по формуле:

$$C_{оп} = \sum_{i=1}^n N_n \cdot D_i, \quad (5.21)$$

где  $N_n$  – количество пострадавших, получивших степень поражения;

$D_i$  – сумма денежной компенсации при  $i$ -ой степени поражения, руб.;

$n$  – количество степеней поражения.

Таблица 8 – Исходные данные для расчета компенсации пострадавшим и семьям погибших

| Наименование                             | Значение      |
|--|---------------|
| Количество пострадавших                  | 2             |
| Среднемесячная заработная плата          | 22000 руб.    |
| Время лечения                            | 2 мес.        |
| Стоимость коммунальных услуг в больнице  | 200 руб./день |
| Стоимость питания                        | 150 руб./день |
| Стоимость лекарств                       | 560 руб./день |
| Амортизационные отчисления мед инвентаря | 137 руб./день |
| Стоимость услуг мед. Персонала           | 220 руб./день |
| Число дней лечения                       | 60 дней       |
| Компенсация за моральный ущерб           | 60000 руб.    |

$$D_i = C_{зп} + C_l + C_m, \quad (5.22)$$

где  $C_{зп}$  – заработная плата с отчислениями за время лечения при  $i$ -ой степени поражения или до достижения погибшим пенсионного возраста при исчислении компенсации семьям погибших;

$C_{зп}$  – среднемесячная заработная плата пострадавших, 22 т.р. руб/чел. день;

$t_i$  – время лечения при степени поражения или недоработки до пенсионного возраста погибшим, 2 мес.

$$C_l = C_{ку} + C_{п} + C_{мк} + C_a + C_y \cdot n_i, \quad (5.23)$$

$C_{ку}$  – стоимость коммунальных услуг (нахождения в больнице), 200 руб/чел. день;

$C_{п}$  – стоимость питания, 150 руб/чел. день;

$C_{мк}$  – стоимость лекарств, 560 руб/чел. день.;

$C_a$  – амортизационные отчисления от применяемого медицинского инвентаря и техники, 125 руб/чел. день;

$C_y$  – стоимость услуг медицинского персонала по лечению (заработная плата персонала лечебного учреждения в расчете на одного больного в день), 220 руб/чел. день;

$n_1$  – число дней лечения при степени поражении, 60 дней;

$C_{M_i}$  – компенсация за моральный, 60000 руб.;

$$C_{л} = 200 + 150 + 560 + 137 + 220 \cdot 60 = 76000 \text{ р.}$$

$$C_{зп} = C_{зпм} \cdot t_i, \quad (5.24)$$

$$C_{зп} = 22000 \cdot 2 = 44 \text{ т. руб.}$$

$$D_i = C_{зп} + C_{л} + C_{M_i}, \quad (5.25)$$

$$D_i = 44000 + 76000 + 60000 = 180000 \text{ р.}$$

$$C_{оп} = \sum_{i=1}^n N_n \cdot D_i, \quad (5.26)$$

$$C_{оп} = 2 \cdot 180000 = 360000 \text{ р.}$$

Средства необходимые для ликвидации ЧС.

Основными средствами необходимыми для ликвидации аварии разлития, будут средства тушения пожара.

$$C_{лч} = C_{тп}, \quad (5.27)$$

$$C_{лчс} = C_{тп} = 25900 \text{ руб.}$$

Компенсация пострадавшим и семьям погибших

Таблица 9 – Исходные данные для определения средств, необходимых для ликвидации аварии

| Наименование                               | Значение        |
|--|-----------------|
| Средняя часовая заработная плата пожарного | 104 руб./час    |
| Время тушения пожара                       | 3 ч.            |
| Численность экипажа пожарной машины        | 6 чел.          |
| Длина и ширина зданий, охваченных пожаром  | 20 x 7, 22 x 10 |

|   |           |
|---|-----------|
| Расход огнетушащего вещества пожарной машиной | 5,6 л/с   |
| Количество горящих здания                     | 2 ед.     |
| Норма амортизации пожарной машины             | 0,6 %/час |
| Расход горючего пожарной машины               | 12 л/ч    |
| Стоимость огнетушащего вещества               | 25 руб./л |

$C_{ТП}$  – затраты, связанные с тушением пожаров, руб.:

$$C_{ТП} = C_{зп} + C_{а_{пм}} + C_{м}, \quad (5.28)$$

$$C_{ТП} = 13000 + 1500 + 1100 = 25900 \text{ руб.}$$

Средняя заработная плата пожарных за время тушения пожара, руб.:

$$C_{зп} = C_{зп_{пч}} \cdot t_{ТП} \cdot n, \quad (5.29)$$

$$C_{зп} = 104 \cdot 3 \cdot 42 = 13000 \text{ руб.}$$

где  $C_{зп_{пч}}$  – средняя часовая заработная плата пожарного, 104 руб·ч;

$t_{ТП}$  – расчетная продолжительность тушения пожара на промышленном предприятии, 3 ч.;

Число пожарных, участвующих в тушении пожара, чел.:

$$n = n_{э} \cdot n_{пм}, \quad (5.30)$$

$$n = 6 \cdot 6,9 = 42 \text{ чел.}$$

$n_{э}$  – численность экипажа пожарной машины, 6 чел.

Количество пожарных машин, необходимых для тушения пожаров, ед.:

$$n_{пм} = \sum_{i=1}^{N_{гз}} \frac{a+b-10}{q_{ов}}, \quad (5.31)$$

$$n_{пм} = 3 + 3,9 = 7 \text{ ед.}$$

где  $a$  и  $b$  – соответственно длина и ширина здания, охваченного пожаром;

$q_{ов}$  – расход огнетушащего вещества одной пожарной машиной при тушении пожара, 5,6 л/с (ГПС-600);

$N_{гз}$  – количество горящих зданий, 2 ед.;

Стоимость амортизации пожарных машин 1500 руб.

$$C_{a_{\text{ПМ}}} = n_{\text{ПМ}} \cdot \frac{C_{\text{ПМ}} \cdot \text{На}_{\text{ПМ}} \cdot t_{\text{ТП}}}{100}, \quad (5.32)$$

где  $\text{На}_{\text{ПМ}}$  – норма амортизации пожарной машины, 0,6 % ч.

$$C_{a_{\text{ПМ}}} = 7 \cdot \frac{1200 \cdot 0,6 \cdot 3}{100} = 1500 \text{ руб.}$$

Стоимость материалов, расходуемых при тушении пожара, руб.

$$C_{\text{М}} = C_{\text{Г}} + C_{\text{СМ}} + C_{\text{ОВ}}, \quad (5.33)$$

$$C_{\text{М}} = 8500 + 80 + 2800 = 11400 \text{ руб.}$$

Стоимость расходуемого горючего, руб.:

$$C_{\text{Г}} = C_{\text{Г1}} \cdot q_{\text{ПМ}} \cdot t_{\text{ТП}} \cdot n_{\text{ПМ}}, \quad (5.34)$$

$$C_{\text{Г}} = 34 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 7 = 8500 \text{ руб.}$$

$q_{\text{ПМ}}$  – расход горючего пожарной машиной при тушении пожара, 12 л/ч;

Стоимость расходуемых материалов, руб.:

$$C_{\text{М}} = C_{\text{СМ1}} \cdot 0,04 \cdot q_{\text{ПМ}} \cdot t_{\text{ТП}} \cdot n_{\text{ПМ}}, \quad (5.35)$$

$$C_{\text{М}} = 8 \cdot 0,04 \cdot 12 \cdot 3 \cdot 7 = 80 \text{ руб.,}$$

Стоимость расходуемого огнетушащего вещества, руб.:

$$C_{\text{ОВ}} = C_{\text{ОВ1}} \cdot q_{\text{ОВ}} \cdot t_{\text{ТП}} \cdot n_{\text{ПМ}}, \quad (5.36)$$

$$C_{\text{ОВ}} = 25 \cdot 5,6 \cdot 3 \cdot 7 = 2800 \text{ руб.,}$$

$C_{\text{ОВ1}}$  – стоимость огнетушащего вещества, 25 руб.

## 6 Социальная ответственность

### 6.1 Описание рабочего места. Анализ вредных и опасных производственных факторов

Объектом исследования является рабочее место оператора ПК Юргинского технологического института. Длина помещения составляет 7,36 метров, ширина 5,15 метров, высота помещения 2,5 метра. Опорные конструкции и конструкции перекрытий выполнены из металла и железобетона. Полы бетонные, цементированные, в служебном помещении покрыты линолеумом.

В помещении имеется 2 окна. Освещение естественное через окна и общее не равномерное искусственное.

В помещении имеется вентиляция, осуществляемая при помощи окон. Ежедневно проводится влажная уборка (мытьё полов, уборка пыли).

Рабочее место – это часть пространства, в котором работник осуществляет трудовую деятельность, и проводит большую часть рабочего времени. Рабочее место, хорошо приспособленное к трудовой деятельности работника, правильно и целесообразно организованное, в отношении пространства, формы, размера обеспечивает ему удобное положение при работе и высокую производительность труда при наименьшем физическом и психическом напряжении [48].

Главными элементами рабочего места оператора ПК ЮТИ являются письменный стол, кресло и компьютер. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление работника. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что

требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

К вредным факторам помещения можно отнести:

- ненормированную освещенность;
- ненормированные параметры микроклимата.

К опасным факторам относится:

- пожаробезопасность;
- электробезопасность.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда. Окраска помещений и мебели должна способствовать созданию благоприятных условий для зрительного восприятия, хорошего настроения. В служебных помещениях, в которых выполняется однообразная умственная работа, требующая значительного нервного напряжения и большого сосредоточения, окраска должна быть спокойных тонов – малонасыщенные оттенки холодного зеленого или голубого цветов [49].

## 6.2 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

### 6.2.1 Микроклимат

Параметры микроклимата на рабочем месте.

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря свойству терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду.

Основной принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой. В санитарных нормах СН-245/71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (значительные или незначительные тепловыделения). Для рабочих помещений с избыточным тепловыделением до 20 ккал/м<sup>3</sup> допустимые и оптимальные значения параметров микроклимата приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для ночного клуба

| Время года        | Зона        | Температура воздуха, С            | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный период   | Оптимальная | 18-21                             | 60-40                      | < 0,2                          |
| Переходный период | Допустимая  | 17-21                             | < 75                       | < 0,3                          |
| Теплый период     | Оптимальная | 20-25                             | 0-40                       | < 0,3                          |
|                   | Допустимая  | <28 в 13 часов самого жаркого мес | < 75                       | < 0,5                          |

В настоящее время для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы, так и технические средства. К числу организационных относятся рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, а также организация правильного чередования труда и отдыха. В связи с этим рекомендуется на территории предприятия организовывать зеленую зону со скамейками для отдыха и водоемом (бассейны, фонтаны). Технические средства включают вентиляцию, кондиционирование воздуха, отопительную систему.

## 6.2.2 Нормирование шума

Установлено, что шум ухудшает условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека. При длительном воздействии шума на человека происходят нежелательные явления: снижается острота зрения, слуха, повышается кровяное давление, понижается внимание. Сильный продолжительный шум может стать причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем.

Нормированные параметры шума определены ГОСТ 12.1.003-83 Шум. Общие требования безопасности и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562 86 Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [50].

Методы защиты от шума.

Строительно-акустические методы защиты от шума предусмотрены строительными нормами и правилами (СНиП-И-12-77), это:

- звукоизоляция ограждающих конструкции, уплотнение по периметру притворов окон и дверей;
- звукопоглощающие конструкции и экраны;
- глушители шума, звукопоглощающие облицовки.

На рабочем месте оператора ПК источниками шума, как правило, являются технические средства, компьютер, принтер, вентиляционное оборудование, а также внешний шум. Они издают довольно незначительный шум, поэтому в помещении достаточно использовать звукопоглощение. К звукопоглощающим материалам относятся лишь те, коэффициент звукопоглощения которых не ниже 0,2 [51].

Звукопоглощающие облицовки из указанных материалов (например, маты из супертонкого стекловолокна с оболочкой из стеклоткани нужно разместить на потолке и верхних частях стен). Максимальное

звукопоглощение будет достигнуто при облицовке не менее 60 % общей площади ограждающих поверхностей помещения [53].

### 6.2.3 Воздействие электромагнитных излучений и электрического поля. Статическое электричество

Электромагнитные поля, характеризующиеся напряженностями электрических и магнитных полей, оказывает вредное воздействие на организм человек. Основным источником этих проблем, являются дисплеи (мониторы), особенно дисплеи с электронно-лучевыми трубками. Они представляют собой источники наиболее вредных излучений, неблагоприятно влияющих на здоровье программиста. Электромагнитное поле имеет электрическую и магнитную составляющую. Считается, что магнитная составляющая вызывает большую реакцию, чем электрическая.

К источникам электромагнитного излучения относятся:

- электропроводка: создает вокруг себя электромагнитное поле, величина которого прямо пропорционально нагрузке на линию;
- любой электроприбор, имеющий в своем составе проводники, обмотки трансформаторов, нити накаливания фена или калориферного нагревателя;
- устройства отображения информации: экраны телевизоров, мониторов, планшетов, ноутбуков, игровых приставок;
- акустические системы;
- электронные измерительные приборы.

Рассматривая вредное воздействие от монитора, следует принимать во внимание тот факт, что передняя часть экрана производит относительно меньше вредного излучения, поскольку защищена специальным покрытием, которое блокирует чрезмерное распространение излучения. Боковые стороны и задняя поверхность монитора генерируют гораздо больше вредного

излучения. Нормирование ЭМИ в зависимости от источника излучения, места и условий воздействия производится по различным документам.

Для работающих, подвергающихся в процессе трудовой деятельности профессиональному воздействию электромагнитных полей, нормирование осуществляется Санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

В основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающий энергетическую нагрузку на организм человека.

Для гигиенического нормирования в диапазоне частот до 300 МГц интенсивность ЭМП выражают напряженностью электрического поля  $E$  (В/м) и напряженностью магнитного поля  $H$  (А/м). В диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц интенсивность ЭМИ характеризуется плотностью потока энергии ППЭ ( $Вт/м^2$ ), т.е. количеством энергии, падающей на единицу площади поверхности.

Таким образом, ЭМИ источников различной частоты характеризуется различными параметрами. Это связано с тем, что ЭМП вокруг любого источника излучения разделяют на 2 зоны: ближнюю – зону индукции и дальнюю – волновую зону. В ближней зоне электромагнитная волна еще не сформирована, и интенсивность ЭМП оценивается двумя параметрами – напряженностью электрического и напряженностью магнитного полей. В дальней (волновой) зоне – зоне сформированной электромагнитной волны, интенсивность ЭМП оценивается величиной плотности потока энергии. Размеры зон зависят от длины волны. Чем больше частота ЭМИ, тем меньше радиус ближней зоны.

Защита от электромагнитного излучения достигается расстоянием и направлением.

#### 6.2.4 Загазованность и запыленность рабочей зоны

Воздух помещения должен соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям.

Значения запыленности и загазованности в воздухе помещения оператора ПК не превышают допустимые значения.

Уровень загазованности и запыленности рабочей зоны находятся ниже значений при которых требуется применение средств защиты органов дыхания.

Инфракрасное излучение приводит к перегреву тканей человека (особенно хрусталика глаза), повышению температуры тела.

Уровни напряженности электростатических полей должны составлять не более 20 кВ/м. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В. При повышенном уровне напряженности полей следует сократить время работы за компьютером, делать пятнадцатиминутные перерывы в течение полутора часов работы, обязательно применять защитные экраны, не размещать их концентрированно в рабочей зоне и выключать их, если на них не работают.

#### 6.2.5 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

К опасным производственным факторам рабочего места относятся пожароопасность.

Рабочее место оператора ПК является потенциально опасным, так как возможны возгорания электрических приборов, находящихся вблизи работника. При нарушении нормальных режимов работы, допущение нагрузок на звуковое и световое оборудование, превышающие нормативные, при нарушении режима работы может произойти перегревание оборудования и

выход его из строя с последующим возгоранием. Высока вероятность замыкания в переходниках, розетках, удлинителях [54].

Термические поражающие факторы на рабочем месте отсутствуют.

Общими мерами безопасности является своевременный осмотр оборудования, проведение бесед, лекций и регулярный инструктаж персонала Юргинского Технологического института по безопасности, а также наличие исправной системы пожаротушения.

### 6.2.6 Нормирование освещения

Нужно выбрать метод расчета освещенности, создаваемой светильниками, или определить мощность осветительной установки для создания нормируемой освещенности.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняют методом коэффициента использования светового потока.

Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком или, наоборот, найти освещенность при заданном потоке. На основании полученных результатов, выбирают ближайшую по мощности стандартную лампу.

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} \quad (5)$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, лм;

$E$  – минимальная освещенность, лк;

$k$  – коэффициент запаса;

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

$n$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока (в долях единицы);  
 $Z$  – коэффициент неравномерности освещения.

Коэффициент использования светового потока – это отношение полезного светового потока, достигающего освещаемой поверхности, к полному световому потоку в помещении. Значение коэффициента  $\eta$  определяется по таблице. Для определения коэффициента использования по таблицам необходимо знать индекс помещения  $i$ , значения коэффициентов отражения стен  $\rho_c$  и потолка  $\rho_n$  и тип светильника.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h(A+B)} \quad (5.1)$$
$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)} = \frac{31,6}{2,5 (7,36+4,3)} = 1,08$$

где  $S$  – площадь помещения,  $m^2$ ;

$h$  – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

$A, B$  – размеры сторон помещения, м.

Коэффициент неравномерности освещения  $Z$  введен в формулу светового потока лампы потому, что освещенность, подсчитанная без этого коэффициента, является не минимальной, как требуют нормы, а средней. Введением коэффициента  $Z$  это несоответствие устраняется. Для светильников с люминесцентными лампами  $Z$  при расчетах принимается равным 0,9.

Рассчитать методом коэффициента использования светового потока систему искусственного освещения конструкторского бюро длиной  $A = 7,36$  м, шириной  $B = 4,3$  м, высотой  $H = 2,5$  м. В помещении выполняются работы документацией, подразряд работ – В, высота рабочей поверхности  $h_1 = 1$  м.

Выберем систему освещения. В помещении выполняются точные зрительные работы, следовательно, нужна система комбинированного освещения.

Выберем источники света. Основным источником света для помещений такого типа являются люминесцентные лампы.

Выберем тип осветительных приборов. Для аудитории наиболее подходящим осветительным прибором является двухламповый светильники ШЛД, ШОД.

Для выбранного типа светильников наименьшая высота их подвеса над полом  $h_2 = 2,5$  м.

Коэффициент запаса для помещений с малым выделением пыли  $k = 1,5$ .

Осуществим размещение осветительных приборов. Используя соотношение для наивыгоднейшего расстояния между светильниками

$\lambda = \frac{L}{h}$ , а также то, что  $h = h_2 - h_1 = 2,5$  м, из таблицы находим  $\lambda = 1,2$  (для светильников с защитной решеткой), следовательно,  $L = 3$  м. Расстояние от стен помещения до крайних светильников  $\frac{L}{3} = 1$  м. Исходя из размеров аудитории ( $A = 7,36$  м и  $B = 4,3$  м), размеров светильников типа ШЛД, ШОД ( $A = 1-1,3$  м и  $B = 0,26$  м) и расстояния между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 5, а число рядов – 2, т.е. всего светильников должно быть 10.

Коэффициенты отражения стен  $p_c$  и потолка  $p_n$  для оклеенного светлыми обоями со свежепобеленным потолком помещения  $p_c = 0,3$  и  $p_n = 0,7$ . Таким образом, для светильников типа ОД  $\eta = 0,53$  и для светильников типа ОДОР  $\eta = 0,45$ . Величина светового потока лампы составляет:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 32,5 \cdot 0,9}{10 \cdot 0,53} = 2483 \text{ лм.}$$

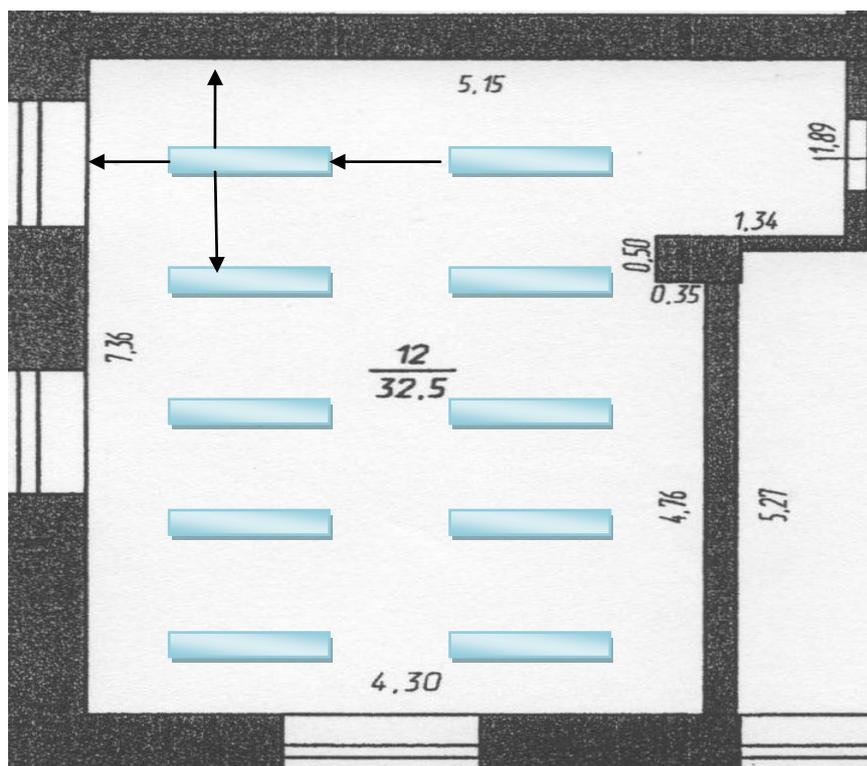


Рисунок 7 – Схема расположения светильников в помещении

Из таблицы 4.2 определяем тип лампы. Это должна быть лампа ЛД мощностью 80 Вт [55].

Таким образом, система общего освещения рабочего места оператора ПК должна состоять из 5 двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛД мощностью 80 Вт, построенных в 2 ряда по 5 светильников.

### 6.2.7 Охрана окружающей среды

На рабочем месте оператора ПК образуются только твёрдые бытовые отходы (ТБО) в виде бумаги и использованных канцелярских принадлежностей ТБО, переносятся уборщиком в контейнеры для ТБО 4 и 5 класса опасности по № 89-ФЗ.

## 6.2.8 Заключение по разделу социальная ответственность

В данном разделе был проведен анализ воздействия на оператора ПК вредных производственных факторов в ходе его работы. На момент исследования было выявлено, что параметры микроклимата и освещения соответствуют допустимым нормам. Уровень шума в помещении не допускает предельно допустимые нормы.

На момент исследования было установлено, что условия труда по степени вредности и опасности факторов производственной среды и трудового процесса соответствует 1 классу условий труда.

## Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра был проведен обзор литературы в области расчётов пожарных рисков, обосновывающий актуальность разработки программы для расчётов пожарных рисков, непосредственно по территориальным зонам. Актуальность заключается в необходимости создания программы рассчитывающей пожароопасность той или иной территории, которая позволит выполнять следующие функции:

- определение интегрального риска;
- определение комплексного показателя пожарной опасности;
- определение уровня пожарной опасности;
- создание карты, схемы местности, в соответствии с полученными данными.

В данной работе была изучена пожарная опасность Кемеровской области, близлежащих ее районов. Были выявлены районы имеющие критический уровень пожарной опасности. К таким районам относятся: Промышленовский, Гурьевский, Беловский районы.

Проанализированы программные продукты, имеющие схожий функционал, с разрабатываемой системой и сделан вывод, что программы-аналоги не удовлетворяет в полной степени заявленным функциональным требованиям. Принято решение о необходимости разработки собственной программной системы.

Проанализированы входные и выходные данные системы, на основе которых построена инфологическая модель системы.

Были рассмотрены основные причины возникновения пожаров на территории Кемеровской области. В качестве примера выявлены горячие точки, определяющие территорию наиболее подверженную пожарам.

Приведена статистика пожаров в Сибирском федеральном округе в ходе которой было выявлено, что наибольшее количество возгораний происходило в Красноярском крае. Кемеровская область по данным статистики занимает второе место по количеству возникновения пожаров.

Были рассмотрены методы предотвращения пожаров как в Российской Федерации, так и в зарубежных странах.

Объектом исследования в данной работе является Сибирский федеральный округ и Кемеровская область.

В качестве методики для расчёта уровня пожарного риска, была выбрана методика Брушлинского Н.Н., которая позволяет определить уровень пожарной опасности не конкретно на определенном объекте, а на любой территории, не зависимо от масштаба. Методика позволяет выявить районы подверженные большому количеству пожаров. Основным критерием для определения уровня пожарной опасности является численное значение комплексного показателя. В соответствии с численным значением делается вывод об уровне пожарной опасности.

На основании исследования уровня пожарной опасности в Кемеровской области установлено, что уровень противопожарной защиты объектов, расположенных на территории области, не соответствует требованиям пожарной безопасности. Полученные данные можно использовать для минимизации количества пожаров на территории.

В ходе работы был разработан алгоритм программы, для расчёта пожарного риска. Программа поможет в короткие сроки определить уровень пожарной опасности на любой необходимой территории используя первичные данные, такие как: количество населения, количество объектов, количество пожаров, материальный ущерб, количество погибших и травмированных. Все значения берутся в необходимом временном промежутке, усредняются и далее производится расчёт.

В работе также присутствуют разделы финансового менеджмента и социальной ответственности.

Таким образом, в ходе выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра были решены все поставленные задачи. Система отвечает стандартам и требованиям, предъявляемым к современным системам подобного рода. Кроме того, разработанная система имеет возможность доработки и изменения под обстоятельства, в которых она будет функционировать.

## Список литературы

1. О пожарной безопасности: Федеральный закон от 21 декабря 1994 69-ФЗ (ред. от 23.05.2016) [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=198242>. Дата обращения 28.04.2019.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» – СПС Гарант, 2010.
3. Пожарные риски. Вып.4. Управление пожарными рисками [Текст] / под ред. Н.Н. Брушлинского и Ю.Н. Шебеко. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2006. - 148 с.
4. Ключ П.П. Пожарная тактика [Текст]: учебное пособие / Ключ П.П., Матвейкин А.М., Повзик Я.С. – М.: Стройиздат, 1990. – 335 с.
5. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1994. – 19 с
6. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий. – М.: Госстандарт России, 1994. – 18 с.
7. ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1995. – 11 с.
8. ГОСТ 12.1 033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1988. – 9 с.9. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году [Текст]: статистический сборник / под ред. Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2008. – 137 с.

10. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2014. – 67 с.
11. Анофриков В.Е., Бобок С.А., Дудко М.Н., Елистратов Г.Д. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов / ГУУ. – М.: ЗАО «Финстатинформ», 2008. – 312 с
12. ГОСТ 12.1.033 «Пожарная безопасность. Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1982. – 13 с.
13. Пожарные риски. Вып.2. Динамика пожарных рисков [Текст] / под ред.Н. Н. Брушлинского. – М.: ВНИИПО МЧС России, 2005. – 82 с.
14. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Я.Д. Вишняков и др. – 3-е изд., испр. – М.: Изд. - Тельский центр «Академия», 2008. – 304 с.
15. Акимов, В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: Учебное пособие / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 233 с.
16. Алисов Н.В., Хорев Б.С. Экономическая и социальная география мира (Общий обзор). – М.: Гардарика, 2000. – 312 с.
17. Баратов А.Н. Пожарная опасность строительных материалов / А.Н. Баратов – М.: Стройиздат., 1988. – 213 с.
18. Мировая пожарная статистика / Н.Н. Брушлинский, П. Вагнер, С.В. Соколов, Д. Холл – М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. – 126 с.19. Брушлинский Н.Н. К вопросу о вычислении рисков / Н.Н. Брушлинский, Клепко Е.А. // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – М.: ВИНТИ. – 2004, вып.1.
20. Брушлинский Н.Н. О понятии пожарного риска и связанных с ним понятиях // Пожарная безопасность. – 1999, № 3.
21. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы – М.: Стройиздат, 1981. – 96 с.

22. Брушлинский Н.Н. Оценка рисков пожаров и катастроф / Н.Н. Брушлинский, Глуховенко Ю.М. // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 1992, вып.1 – С.13-39.
23. Брушлинский Н.Н. Снова о рисках и управлении безопасностью систем // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2002, вып. 4.
24. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь / Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. – М.: Издательство «Флайст», Инф. – изд. Центр «Геополитика», 2001.
25. Демехин В.Н. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре / В.Н. Демехин, И.Л. Мосалков, Г.Ф. Плюснина, Б.Б. Серков, А.Ю. Фролов, Е.Т. Шурин – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.
26. Еремина Т.Ю. Эффективные решения в обеспечении пожарной безопасности зданий и сооружений в Российской Федерации / Т.Ю. Еремина - 2008.
27. Ковалевич О.М. К вопросу об определении «степени риска» / О.М. Ковалевич // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – М.: ВИНТИ. – 2004, вып.1.
28. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учеб. пособие / Ю.А. Кошмаров – М.: Академия ГПС МВД РФ, 2000.
29. Методика оценки пожарного риска для объектов общественного назначения (проект). – М.: ВНИИПО МЧС России, 2008. – 105 с.
30. Методика оценки пожарного риска для объектов производственного назначения (проект). – М.: ВНИИПО МЧС России, 2008. – 105 с.
31. Пожарные риски: основные понятия / под ред. Н.Н. Брушлинского – М.: Национальная академия наук пожарной безопасности, 2004.
32. Пожарные риски. Вып.2. Динамика пожарных рисков / Под ред. Н. Н. Брушлинского. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2005. – 82 с.

33. Пожарные риски. Вып.4. Управление пожарными рисками / Под ред. Н.Н. Брушлинского, Ю.Н. Шебеко. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2006.
34. Пожарные риски: основные понятия / ред. Н. Н. Брушлинского –М.: Национальная академия наук пожарной безопасности, 2008.
35. Применение полевого метода математического моделирования пожаров в помещениях. Методические рекомендации. – ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003.
36. Пузач С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности: Монография / С.В. Пузач – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 336 с.
37. Пузач С.В. Новые представления о расчете необходимого времени эвакуации людей и об эффективности использования портативных фильтрующих самоспасателей при эвакуации на пожарах: Монография / С.В. Пузач, А.В. Смагин, О.С. Лебедченко, Е.С. Абакумов – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 222 с.
38. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. МЧС РФ (приказ 404). [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/56/56326/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/56/56326/). Дата обращения 09.02.2019.
39. Собурь С.В. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий / С.В. Собурь – М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.
40. Терехнев В.В., Основы пожарного дела / В.В. Терехнев, Н.С. Артемьев, К.В. Шадрин – М.: Центр Пропаганды, 2006.
41. Требование пожарной безопасности строительных норм и правил: Сборник нормативных документов. – Вып.13. Ч.5. Документы Государственной противопожарной службы МЧС России. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004.

42. Холщевников В.В. Эвакуация и поведение людей при пожарах: Учеб. пособие / В.В. Холщевников, Д.А. Самошин. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 212 с.

43. Шебеко Ю.Н. Оценка пожарного риска для берегового перевалочного комплекса аммиака / Ю.Н. Шебеко, И.А. Болодьян, В.П. Молчанов и др. // Пожарная безопасность. – 2004, № 3.

44. Огнестойкость и пожарная опасность совмещенных покрытий с основой из стального профилированного листа и утеплителя из пенополистирола: Центр обеспечения пожарной безопасности [Электронный ресурс] / URL: <http://www.pogaranet.ru/> Дата обращения 15.03.2019 г.

45. ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда [Электронный ресурс] / Единая база ГОСТов РФ Gostexpert.ru – URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-12.1.004-91>. Дата обращения 22.01.2019 г.

46. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01 п. 4.1.1 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21) [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru – URL: [http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/4/4985/](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4985/) Дата обращения 14.03.2019 г.

47. Об определении рыночной стоимости объектов недвижимости в составе автозаправочной станции № 9 р. Промышленновский: Отчет № И-141128/2014 – 156 с.

48. Ерёмин В.Г. и др. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2000 г.

49. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21) [Электронный ресурс] / Библиотека гостей и нормативов Ohranatruda.ru – URL: [http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/4/4985/](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/4/4985/) Дата обращения 14.03.2019 г.

50. ГОСТ 12.2.020-76 Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащитное [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200003836>. Дата обращения 15.04.2019 г.

51. ГОСТ 12.1.050-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Методы измерения шума на рабочих местах (с Изменением N 1) – 2014. – 24 с.

52. ГОСТ 12.4.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты, 1998. – 22 с.

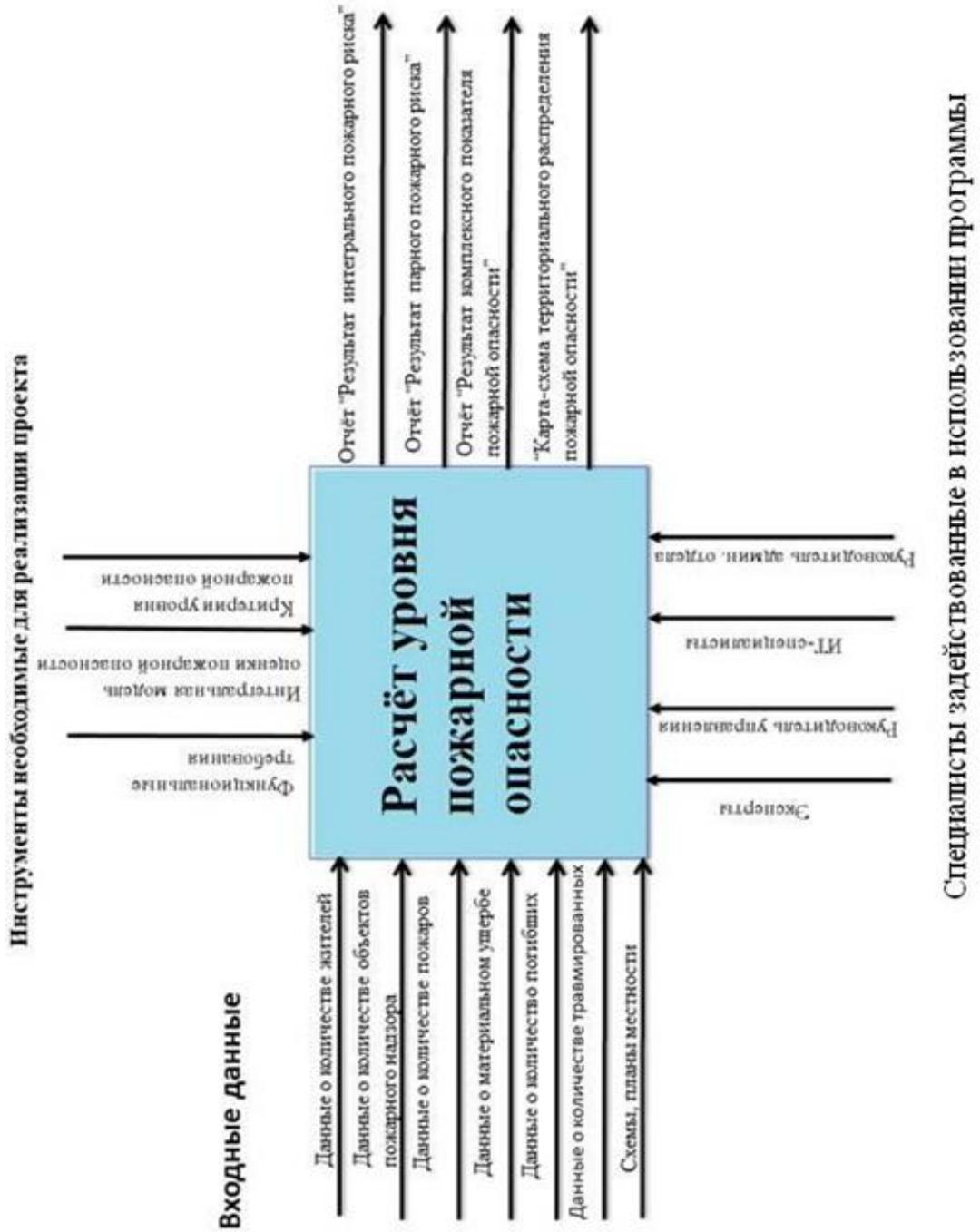
53. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, 1988. – 18 с.

54. Правила устройства электроустановок. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.

55. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса Руководство 2.2.755-99 [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/6/6854/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6854/). Дата обращения 12.03.2019 г.

Приложение А  
(Обязательное)

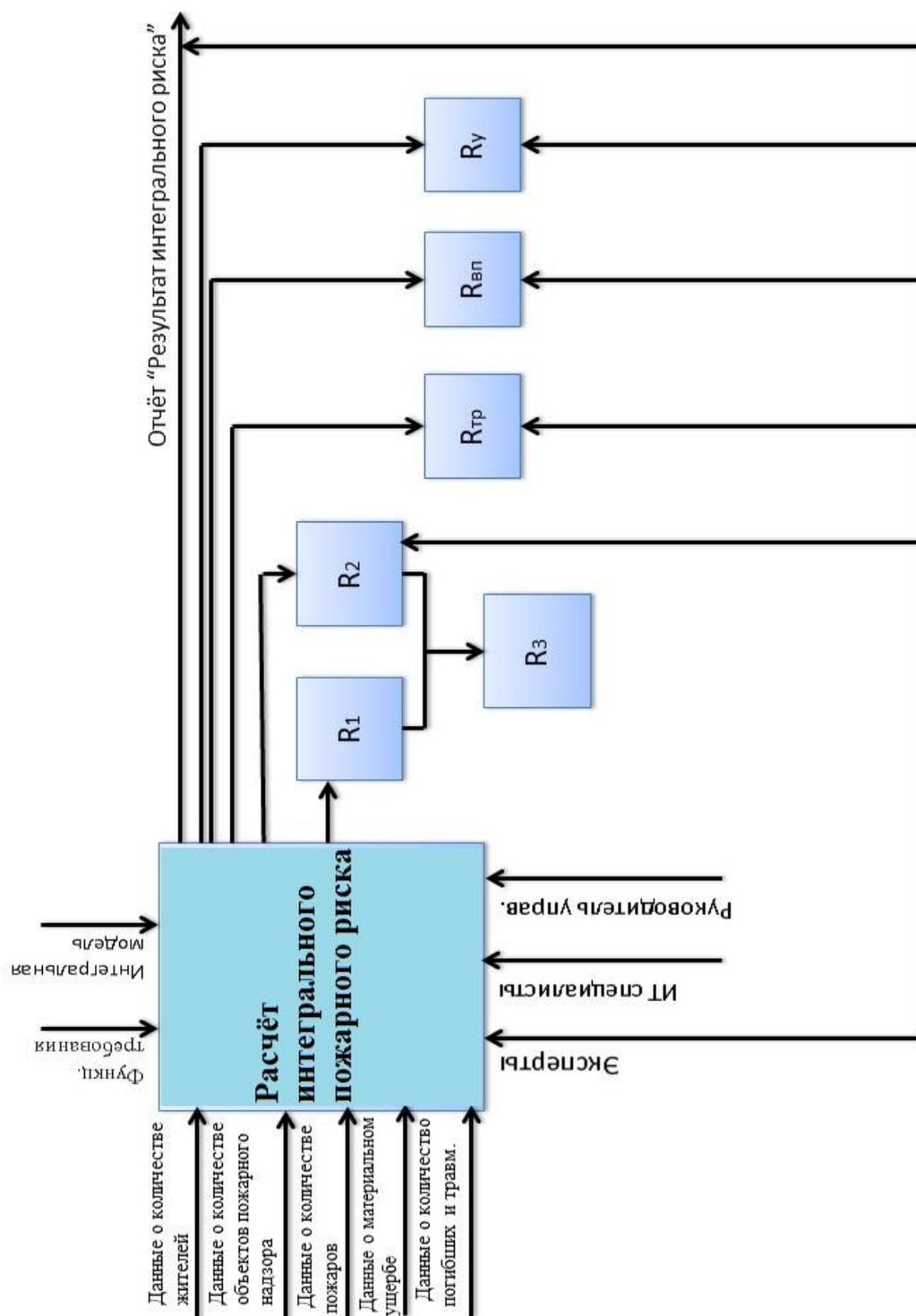
Алгоритм расчёта уровня пожарного риска



# Приложение Б

(Обязательное)

## Функциональная схема процесса расчёта пожарного риска



Приложение В  
(Обязательное)

Функциональная схема процесса расчёта пожарного риска

