

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                   |
|---|
| <b>Тушение пожаров на объектах энергетики</b> |

УДК 614.842.6.620.9

Студент

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 1E51   | Козуб Алексей Геннадьевич |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО                              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Гусельников Михаил<br>Эдуардович | к.т.н.                    |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Подопригора И.В. | к.э.н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность                | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Старший<br>преподаватель | Романцов И.И. | к.т.н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП<br>20.03.01 Техносферная<br>безопасность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|---|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент  | Вторушина А.Н. | к.х.н.                    |         |      |

Томск – 2019 г.

## Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

| Код результата                  | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)   | Требования ФГОС ВО, СУОС,<br>критериев АИОР, и/или<br>заинтересованных сторон   |
|---------------------------------|---|---|
| Общие по направлению подготовки |   |   |
| P1                              | Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.   | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)  |
| P2                              | Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности   | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)   |
| P3                              | Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)  |
| P4                              | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.  | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)  |
| P5                              | Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.                              | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)  |
| Профиль                         |   |   |
| P6                              | Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов   | Требования ФГОС ВО ( ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике» |
| P7                              | Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателя, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов   | Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф.стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»  |
| P8                              | Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду   | Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф.стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»        |
| P9                              | Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации  | Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)  |

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 20.03.01 Техносферная безопасность  
 \_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
 04.02.2019 г.

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

|                     |
|---------------------|
| бакалаврской работы |
|---------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО                       |
|--------|---------------------------|
| 1E51   | Козуб Алексей Геннадьевич |

Тема работы:

|   |                        |
|---|------------------------|
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 15.11.2018 г., 10128/с |
|---|------------------------|

|  |               |
|--|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 07.06.2019 г. |
|--|---------------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Исходные данные к работе</b><br/> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>        | <p>Объектом исследования является пожар на объектах энергетики.<br/>                     Режим работы: непрерывный</p>   |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b><br/> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы на предмет изучения пожарных особенностей объектов энергетики</li> <li>2. Исследование имеющихся тактических возможностей для тушения пожаров на объектах энергетики</li> <li>3. Разработка рекомендательного материала по данной теме</li> <li>4. Моделирование пожара и расчет сил и средств на его ликвидацию</li> </ol> |

|  |   |
|--|---|
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>        |   |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br><i>(с указанием разделов)</i> |   |
| <b>Раздел</b>  | <b>Консультант</b>  |
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»                                  | Доцент отделения социально-гуманитарных наук<br>Подопригора Игнат Валерьевич      |
| «Социальная ответственность»   | Старший преподаватель отделения контроля и диагностики<br>Романцов Игорь Иванович |

|   |               |
|---|---------------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 04.02.2019 г. |
|---|---------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО                                 | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|-----------|-------------------------------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент    | Гусельников<br>Михаил<br>Эдуардович | к.т.н.                 |         | 04.02.2019 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                       | Подпись | Дата          |
|--------|---------------------------|---------|---------------|
| 1E51   | Козуб Алексей Геннадьевич |         | 04.02.2019 г. |

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

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Уровень образования бакалавриат  
Отделение контроля и диагностики  
Период выполнения весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы: 07.06.2019 г.

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)  | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 25.03.2019г.  | Разработка раздела «Обзор литературы»  | 20                                 |
| 20.04.2019    | Разработка раздела «Тактика и особенности пожаротушения на объектах энергетики»                                      | 25                                 |
| 15.05.2019    | Разработка раздела «Моделирование пожара на объекте энергетики»  | 25                                 |
| 21.05.2019 г. | Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 10                                 |
| 04.06.2019 г. | Оформление и представление ВКР   | 20                                 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО              | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Гусельников М.Э. | к.т.н                  |         | 04.02.2019 |

**СОГЛАСОВАНО:**

| Руководитель ООП<br>20.03.01 Техносферная<br>безопасность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата       |
|---|----------------|---------------------------|---------|------------|
| Доцент  | Вторушина А.Н. | к.х.н.                    |         | 04.02.2019 |

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

### «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| Группа | ФИО                       |
| 1E51   | Козуб Алексей Геннадьевич |

|                     |             |                           |                                     |
|---------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Школа               | ИШНКБ       | Отделение школы (НОЦ)     | ОКД                                 |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | 20.03.01. Техносферная безопасность |

#### Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

|  |  |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Оклад руководителя - 23000 руб.<br>Оклад студента - 2400 руб.  |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   | Премиальный коэффициент руководителя 30%;<br>Премиальный коэффициент студента 20%;<br>Доплаты и надбавки руководителя 30%;<br>Доплаты и надбавки студента 20%;<br>Дополнительная заработная плата 13%;<br>Накладные расходы 16%;<br>Районный коэффициент 30% |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  | Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28 %  |

#### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|  |  |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | -Анализ конкурентных технических решений<br>-SWOT-анализ   |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований  | Формирование плана и графика разработки:<br>-определение структуры работ;<br>- определение трудоемкости работ;<br>- разработка графика Гантта.<br>Формирование бюджета затрат на научное исследование:<br>- материальные затраты;<br>- заработная плата (основная и дополнительная);<br>- отчисления на социальные цели;<br>- накладные расходы. |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования        | - Определение эффективности исследования   |

#### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

|  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценочная карта конкурентных технических решений</li> <li>2. График Гантта</li> <li>3. Расчет бюджета затрат НИ</li> </ol> |  |
|--|--|

#### Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

#### Задание выдал консультант:

|           |                  |                        |         |      |
|-----------|------------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО              | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент    | Подопригора И.В. | к.э.н.                 |         |      |

#### Задание принял к исполнению студент:

|        |     |         |      |
|--------|-----|---------|------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-----|---------|------|

|      |            |  |  |
|------|------------|--|--|
| 1E51 | Козуб А.Г. |  |  |
|------|------------|--|--|

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                |
| 1E51          | Козуб Алексей Геннадьевич |

|                     |              |                              |                                     |
|---------------------|--------------|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШНКБ</b> | <b>Отделение школы (НОЦ)</b> | <b>ОКД</b>                          |
| Уровень образования | Бакалавриат  | Направление/специальность    | 20.03.01. Техносферная безопасность |

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

|   |  |
|---|--|
| Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объект исследования пожар на объектах энергетики. Рассмотреть влияние вредных и опасных факторов на сотрудника Федеральной противопожарной службы при ликвидации пожара. |
|---|--|

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|  |  |
|--|--|
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</b>                              | № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»<br>№ 151-ФЗ «Об АСС и статусе спасателей»<br>№ 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»<br>Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 30.12.2017) "О противопожарном режиме"<br>Трудовой кодекс РФ № 197-ФЗ<br>ГОСТ Р 22.0.202-94   |
| <b>2. Производственная безопасность</b><br>2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов | Рассмотреть опасные и вредные факторы, предложить способы защиты от них:<br><b>Физико-химические факторы:</b><br>повышенная температура воздуха рабочей зоны;<br>пламя и искры;<br>наличие в дыму угарного и углекислого газов,<br>отравляющих частиц горючих материалов (органическая и неорганическая пыль);<br>пониженная концентрация кислорода;<br>снижение видимости в дыму;<br>шум;<br>недостаток или переизбыток освещения;<br>применение огнетушащих средств.<br><b>Психофизические</b> - нервно-психологические и физические нагрузки. |
| <b>3. Экологическая безопасность</b>   | Рассмотреть негативное воздействие огнетушащих средств на окружающую среду   |
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>  | Рассмотреть технику безопасности при работе в условиях ЧС  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал консультант:**

| Должность             | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Старший Преподаватель | Романцов И.И. | к.т.н.                    |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО         | Подпись | Дата |
|--------|-------------|---------|------|
| 1E51   | Козуб А. Г. |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 87 с., 3 рис., 16 табл., 18 источников.

Ключевые слова: пожар, объекты энергетики, тушение пожара, силы и средства пожаротушения, электроустановки, электростанции, тактика тушения, пожарная безопасность.

Объектом исследования является пожар на объектах энергетики.

Цель работы – повышение устойчивости объектов энергетики к пожарам.

В процессе исследования были изучены особенности объектов энергетики, проведен анализ уже имеющихся методов и тактических решений по ликвидации пожаров.

В результате исследования был составлен рекомендательный материал для тушения пожаров, а также были рассчитаны силы и средства, необходимые для тушения смоделированного пожара.

Область применения: пожаротушение

В будущем планируется разработать наиболее эффективные и менее ресурсозатратные методы и тактику борьбы с пожаром на объекте энергетики

Степень внедрения: в разработке

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЧС – чрезвычайная ситуация;

МЧС – Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

ТЭС – тепловая электростанция;

ГЭС – гидроэлектростанция;

АЭС – атомная электростанция;

РТП – руководитель тушения пожара;

ПТВ – пожарно-техническое вооружение;

ИИЭС – индивидуальные изолирующие электрозащитные средства;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ГДЗС – газодымозащитная служба;

ГПС – генератор пены средней кратности;

РС – ручной ствол;

ПГУ – пеногенераторная установка;

ДП – дымосос-пылеуловитель;

НРТ – насадки-распылители;

ВМП – воздушно-механическая пена;

ДПФ – добровольное пожарное формирование;

АЦ – автоцистерна;

СВП – ствол воздушно-пенный;

ПЧ – пожарная часть;

УТ – участок тушения;

АР – автомобиль рукавный;

ПНС – пожарная насосная станция;

АВ – автомобиль воздушно-пенного тушения;

ПГ – пожарный гидрант;

АТСО – автомобиль технической службы, связи и освещения;

НТ – начальник тушения;

НУТ – начальник участка тушения;

АЛ – автолестница;

АГДЗ – автомобиль газодымозащитной службы;

ФПС – федеральная пожарная служба;

ЗП – заработная плата;

НТИ – научно-техническое исследование;

ДАСВ – дыхательный аппарат со сжатым воздухом;

КТС – квартальная тепловая станция;

РТС – районная тепловая станция;

ПАВ – поверхностно-активные вещества;

ЛД – летальная доза;

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 14 |
| 1. Обзор литературы .....  | 17 |
| 1.1 Понятие пожара, его классификация и особенности .....  | 17 |
| 1.2 Особенности развития пожаров на объектах энергетики.....   | 20 |
| 2. Тактика и особенности пожаротушения на объектах энергетики .....  | 24 |
| 2.1 Основы действий при тушении пожара на объектах энергетики .....  | 24 |
| 2.2 Разведка пожара на объектах энергетики.....  | 25 |
| 2.3 Специфика развертывания сил и средств при тушении пожара на объектах<br>энергетики.....  | 27 |
| 2.4 Рекомендации и требования по тушению пожара на объектах энергетики<br>.....  | 29 |
| 2.4.1 Подача средств пожаротушения на участки с электроустановками ....  | 29 |
| 2.4.2 Тушение пожаров на трансформаторах, масляных выключателях и<br>реакторах.....  | 32 |
| 2.4.3 Тушение пожара в кабельных помещениях .....  | 34 |
| 2.4.4 Тушение пожаров в машинных залах.....  | 36 |
| 2.4.5 Рекомендации по предварительному расчету сил и средств .....   | 38 |
| 3. Моделирование пожара на объекте энергетики.....   | 42 |
| 3.1 Моделирование ситуации и схема пожара.....   | 42 |
| 3.2 Расчет сил и средств для ликвидации пожара .....   | 43 |
| 3.3 Организация ликвидации пожара.....   | 47 |
| 4. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и<br>ресурсосбережение».....  | 52 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения<br>научных исследований с позиции ресурсоэффективности и<br>ресурсосбережения ..... | 52 |
| 1.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....   | 52 |
| 1.1.3 SWOT-анализ .....  | 55 |
| 4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....  | 58 |
| 4.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ.....   | 59 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.2.2 | Разработка графика проведения научного исследования.....  | 60 |
| 4.3.  | Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....   | 63 |
| 4.3.1 | Расчет материальных затрат НТИ.....   | 63 |
| 4.3.2 | Основная заработная плата исполнителей темы .....   | 64 |
| 4.3.3 | Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....   | 66 |
| 4.3.4 | Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....  | 67 |
| 4.3.5 | Накладные расходы .....   | 68 |
| 4.3.6 | Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .   | 69 |
| 4.4   | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..... | 69 |
|       | Вывод.....  | 72 |
| 5.    | Раздел «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ» .....   | 73 |
|       | Введение.....   | 73 |
| 5.1   | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....   | 74 |
| 5.2   | Производственная безопасность .....   | 75 |
| 5.2.1 | Анализ опасных и вредных производственных факторов.....   | 75 |
| 5.3   | Экологическая безопасность.....   | 82 |
| 5.4   | Безопасность в чрезвычайных ситуациях. ....   | 84 |
|       | Заключение .....  | 85 |
|       | Список литературы .....   | 86 |

## ВВЕДЕНИЕ

Чрезвычайная ситуация представляет собой внезапное явление, которое имеет неблагоприятные, негативные последствия для всего окружающего мира: живых организмов, природы и т.д. Различные сферы жизни человека также могут пострадать в результате ЧС. Подобного рода явления нарушают привычный ритм жизни людей, т.к. от них страдают объекты жизнеобеспечения, коммунальные системы и даже места проживания. Также ЧС зачастую сопровождается травмами различной тяжести, гибелью людей и еще множеством негативных последствий в различных масштабах. ЧС различаются не только по масштабу и размеру ущерба (бывают локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального и федерального характеров), но и по причине их возникновения. По данному критерию все ЧС можно подразделить на явления антропогенного, природного, биологического, социального, техногенного и экологического характеров.

Одной из самых распространенных причин ЧС является пожар. Пожар представляет собой неконтролируемый процесс горения различных горючих материалов, веществ, смесей, последствиями которого является материальный и экологический ущерб. Пожар создает опасность для жизни и здоровья людей и животных. Причины возникновения данного явления также могут иметь различный характер: антропогенный, природный и т.д. Пожары различаются по виду горючего материала, по месту возникновения, по типу и рангу.

Наибольшую опасность для социума (помимо пожаров, несущих за собой колоссальные людские и материальные потери) представляют пожары, возникающие на объектах, обеспечивающих необходимые условия для нормальной жизнедеятельности людей, поддерживающих бесперебойную работу других социально значимых объектов. Опасность заключается в том, что при нарушении их работы целые населенные пункты могут стать непригодными для жизни людей. И, безусловно, к таким объектам можно отнести объекты энергетики.

Энергетика – вид человеческой деятельности, направленный на преобразование, перераспределение и использование различных видов энергии для удовлетворения потребностей социума. К данным объектам относятся различные электростанции, задачей которых являются производство электроэнергии и ее дальнейшей перенаправления до потребителей. Электростанции в свою очередь различаются по виду используемой энергии (ТЭС, ГЭС, АЭС и др.). Любая из них является ключевой в жизнеобеспечении целых городов, а значит, возникновение пожаров на данных объектах может повлечь за собой риск для жизни и здоровья и материальный ущерб. Возникновение ЧС на объектах энергетики ведет к остановке не только данного, отдельно взятого объекта, но и других зависящих от него народнохозяйственных объектов из-за недостатка электроэнергии.

Необходимо понимать, что, несмотря на различные меры по предупреждению пожаров, применяемые на данных объектах, вероятность пожара нельзя исключать, ведь причин данного явления может быть множество – от человеческой неосторожности или халатности до природных катаклизмов. Именно поэтому знания и умения в кратчайшие сроки ликвидировать пожары на данных объектах и стабилизировать его работу являются необходимыми.

Важным моментом в данных условиях является ликвидация пожара именно в кратчайшие сроки, ведь просто устранить пожар мало, т.к. в зависимости от того, насколько долго работа объекта будет нарушена, настолько более тяжелыми будут последствия, как с материальной точки зрения, так и с точки зрения жизни и здоровья людей.

Несмотря на уникальность каждого пожара и разнообразие объектов энергетики, возможных причин пожаров на них, имеющих горючих материалов и веществ, возможно выделить общие особенности, что позволит пожарным структурам быть подготовленными к данным ЧС тогда, когда это будет необходимо. На основе общих особенностей можно разработать определенный алгоритм действий, определенные методы борьбы с пожаром на

данных объектах, что позволит как можно быстрее ликвидировать ЧС и нормализовать работу объекта и зависящих от него территорий.

Анализируя все вышесказанное, можно сделать вывод об актуальности данного исследования, ведь изучение особенностей распространения пожаров на объектах энергетики, а также изучение методов и тактики тушения пожаров на данных объектах позволяет в дальнейшем выбирать наиболее рациональный и эффективный способ ликвидации пожара в данных условиях, разработать противопожарные мероприятия на данных объектах, а также новые, более рентабельные методы тушения и в дальнейшем снизить урон, наносимый этим видом чрезвычайных ситуаций (ЧС). В условиях современных реалий, когда практически весь наш быт зависит от энергии, от объектов энергетики, проблемы и задачи данного исследования и его результаты являются актуальными в наше время.

Целью данной работы являлась повышение устойчивости энергетических объектов к пожарам посредством решения следующих задач:

1. Изучение особенностей объектов энергетики, позволяющих предположить возможные сценарии развития пожара на них и последствия этих пожаров.
2. Анализ уже имеющихся методов и тактических решений по ликвидации пожаров на объектах энергетики
3. Составление рекомендаций для тушения пожаров на объектах энергетики на основе анализа имеющихся способов и методов ликвидации данного вида ЧС
4. Моделирование пожара на предполагаемом энергообъекте и расчет сил и средств, необходимых для его ликвидации с целью дальнейшей разработки новых, более эффективных методов и тактик подобного рода операций.

## **1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

Под **чрезвычайной ситуацией** понимают сложившуюся обстановку, которая представляет прямую угрозу для жизни и здоровья людей и животных, непосредственную угрозу материальному имуществу, а также окружающей среде. Большая часть возникающих ЧС требуют неотлагательного вмешательства с целью предотвращения усложнения обстановки, однако часто такой возможности не имеется, и различные специализированные учреждения могут оказать только паллиативную помощь в дальнейшем.

Одним из видов ЧС как раз и считается такое явление, как пожар.

### **1.1 Понятие пожара, его классификация и особенности**

Пожар представляется собой неконтролируемый, нерегулируемый процесс горения каких-либо горючих веществ и материалов, который ставит под угрозу жизни и здоровья людей и животных, наносит материальный и экологический ущерб. Причины пожара могут иметь случайный характер, быть вызванным естественным путем (лесной пожар) или намеренно созданным (поджог). Очень сильный пожар может вызвать огненную бурю, в которой центральный столб восходящего нагретого воздуха вызывает сильные внутренние ветра, которые снабжают огонь кислородом. Пожары могут привести к жертвам, в том числе смерти или травмам в результате ожогов, обрушения конструкций и попыток побега, а также вдыхание большого количества дыма, содержащего в себе отравляющие вещества.

Из определения следует, что основу пожара составляет не что иное, как процесс горения, являющейся реакцией с выделением тепла в результате взаимодействия горючего вещества и окислителя, в качестве которого чаще всего выступает кислород. Продукты сгорания, представленные в виде газообразных веществ с высокой температурой, начинают движение вверх, тем

самым провоцируя процесс перемещения более плотных воздушных масс с меньшей температурой в зону возгорания. При высокой интенсивности данного притока горение может перерасти в огненную бурю. Внутри здания интенсивность газообмена зависит от размера и расположения отверстий в стенах и полах, высоты потолка, а также количества и характеристик горючих материалов.

Хотя пожар является по своей сути результатом химического взаимодействия, тип горения имеет корреляцию не только с химическим составом, но также и с тем, в каком состоянии находится вещество и как оно распределено в пространстве распространения пожара. При различных условиях некоторые горючие материалы трудно воспламенить, или же наоборот, процесс горения развивается быстро и интенсивно. Бывает так, что одно и то же вещество, характеризующееся легкой воспламеняемостью, проявляет себя не одинаково в зависимости от того, в каком состоянии оно находится. Например, слой угольный пыли характеризуется сравнительно медленным процессом сгорания, однако если угольная пыль представлена в состоянии облака, то скорость сгорания становится в разы выше настолько, что горение может перерасти во взрыв. Чтобы понимать отличительные черты в данных процессах, необходимо разбираться в основах теплообмена, законах аэродинамики и поведении дисперсных веществ. Таким образом, одной из особенностей горения на пожаре является способность данного процесса расширяться по имеющемуся пространству до максимальных размеров, определяемых внешними условиями среды.

Все возгорания, в зависимости от того, как они возникают, а также учитывая их пути развития, имеют обширную классификацию. Разделение пожаров на виды крайне важно для разработки грамотной тактики их предотвращения и ликвидации.

По типу веществ, участвующих в процессе горения, можно выделить следующую классификацию пожаров:

1. Возгорание твердых веществ. Это, как правило, легковоспламеняющиеся дерево, резиновые предметы, текстиль.

2. Газообразные вещества. Все природные или промышленные горючие газы способны не только воспламениться, но и привести к взрыву.

3. Жидкие вещества. К ним относят такие горючие смеси, как солярка, нефть и ее производные, смола, спиртосодержащие жидкости.

4. Возгорание может возникнуть и при участии электрического тока. В этом типе возгорания неважно, какая роль отводится электротоку: пассивного или активного характера.

5. Горение с участием металлов, обладающих небольшой плотностью. Это так называемые легкие металлы – титан, литий, магний, а также сплавы из них.

По взаимодействию с окружающей обстановкой выделяются две обширные группы пожаров - пожары в ограждениях и в открытой зоне. Последние в свою очередь имеют следующую классификацию:

1. Массовые
2. Распространяющиеся
3. Локальные

Пожары также классифицируются, учитывая процент застройки. При уплотненной инфраструктуре выделяют такие категории:

1. Отдельный пожар, возникающий в конкретном отдельно стоящем сооружении. Перемещение людей по такой территории разрешается без применения специальных защитных средств, так как тепловое излучение не причиняет вреда.

2. Сплошной пожар, при котором интенсивный огонь охватывает большее количество всех построек на данном территориальном участке. В ситуации возникновения сплошного пожара люди не могут свободно передвигаться без защиты.

3. Огневой шторм. Наиболее опасный и разрушительный тип. Он имеет высокое пламя, сопровождаемое вихрями горячего воздуха с огненными искрами. Приток воздуха достигает 50 км/ч.

4. Массовый или комбинированный вариант. Включает в себя пожары отдельного и сплошного типа.

Несмотря на все различия процессов, происходящих во время пожара, существует три, присущие всем пожарам независимо от типа или же горючего материала. К ним, помимо горения, относятся теплообмен и газообмен. И знание механизмов данных процессов, понимание закономерностей их протекания дает возможность с большей точностью прогнозировать течение пожара, выбирать наиболее подходящий метод борьбы с пожаром, определять необходимую тактику и средства пожаротушения.

## **1.2 Особенности развития пожаров на объектах энергетики**

Противопожарная защита электростанций является одной из главных задач энергетических объектов во всем мире, чтобы предотвратить катастрофу. Трансформаторные барьеры необходимы для защиты персонала и объектов в случае взрыва трансформатора, а также для предотвращения возникновения цепной реакции с соседними трансформаторами.

Электростанции имеют, пожалуй, самый высокий фактор риска возникновения пожара и взрывов во всех рабочих средах, из-за сложных процессов, которые происходят.

При наличии на месте множества горючих материалов, пожар на электростанции может быть поистине разрушительным. Взрыв или пожар только в одном районе электростанции может значительно снизить или даже прекратить работу всей электростанции на несколько недель.

Пожары на объектах энергетики могут возникать на разных участках и по разным причинам. Пожары, возникающие в машинных отделениях, в первую очередь обусловлены высоким уровнем пожарной нагрузки данных

помещений. Пожарная нагрузка данных участков энергообъектов вызвана наличием на них большого количества машинного масла, электроизоляцией, которая также способна гореть и наличием смазочной системы установленных генераторов. В случае возникновения аварии, расположенные в данных помещениях турбогенераторы также могут стать дополнительной причиной распространения пожара, увеличения его площади. Учитывая разность высот расположения оборудования, при пожаре возможно его распространение на разных уровнях. Турбогенераторы находятся на высоте 8 – 10 м. Смазочная система включает в себя масляные емкости объемом порядка 10 – 15 т, насосы, а также маслопроводов, используемые для подачи масла на генераторы. Давление масла в данных элементах смазочной системы может достигать порядка 1,5 Мпа. Такая конструкция в совокупности с расположением емкостей для масла (в отличие от турбогенераторов, данные емкости устанавливаются на нулевой отметке) делает возможным при повреждении системы смазки распространение пожара не только на их уровне, но и на уровне специализированных площадок, на которых установлены турбогенераторы. За счет высокого давления в маслопроводах при возникновении пожара горящее масло может выходить наружу, в результате чего образуется сильное пламя (факел), наносящее ущерб металлическому покрытию помещений, что, в свою очередь, ведет к риску обрушений данных конструкций.

Помимо этого, в данных помещениях существует опасность взрыва, обусловленная наличием на объектах аппаратуры под давлением и трубопроводов. Также взрыв возможен в результате повреждения системы охлаждения. Последствиями взрывов может стать разрушение имеющихся поблизости маслопроводов, что влечет за собой растекание масла на все уровни, а также в кабельные помещения, что увеличивает в разы площадь пожара.

Другим местом возникновения пожаров на энергообъектах являются кабельные помещения. В результате пожара за счет воздействия огня,

короткого замыкания и высоких температур расплавляется металл и происходит разброс искр, температура становится выше. В данной ситуации дым и пламя быстро распространяется по всей площади помещения. Даже при отключенном напряжении скорость распространения огня по кабелям составляет приблизительно 0,3 м/мин. При включенном же напряжении данная величина увеличивается в несколько раз и может достигать до 0,8 м/мин. В данной обстановке скорость роста температуры характеризуется высокой интенсивности и достигает порядка 50 °С в минуту. Высокая скорость распространения пожара из кабельных помещений в другие помещения, включая места установки распределительных устройств, возникает угроза возгорания на других участках электростанций. Так, трансформаторное масло (температура составляет приблизительно 40 °С), находящееся в кабельных помещениях при возникновении аварийной ситуации быстро загорается и растекается, тем самым увеличивая площадь пожара.

Риск возникновения пожаров также существует и на подстанциях. Пожарную опасность здесь представляют в первую очередь трансформаторы, а также наличие кабельного хозяйства. На многих крупных подстанциях также имеется большое количество трансформаторного масла, находящегося на специализированных масляных станциях. Это, в свою очередь, также увеличивает пожарную нагрузку данных объектов.

При пожарах на трансформаторах сценарий и особенности развития зависят от места его возникновения. При возникновении короткого замыкания происходит контакт электрической дуги с маслом или же с выделяющимися в результате его разложения горючими газами, что может привести к взрыву на подстанции, который может разрушить как сами трансформаторы, так и масляные выключатели. Выброс масла с выключателей и его дальнейшее растекание влечет за собой дальнейшее распространение пожара в другие помещения, включая кабельное хозяйство и участки распределительного щита. За счет большого количества масла на каждом реакторе или трансформаторе (примерно 100т) пожары на подстанциях при возникновении аварийной

ситуации могут достигать достаточно крупных размеров с серьезными последствиями.

Как уже было сказано ранее, пожары на объектах энергетики нарушают работы не только самих объектов, где возникает аварийная ситуация, но и других социально значимых объектов из-за нехватки энергии. Поэтому безопасность и предотвращения пожаров на электростанциях и подстанциях является одной из главных задач технического и инженерного персонала.

На всех объектах энергетики устанавливаются специальные системы аварийной защиты и пожаротушения, что позволяет в случае пожара автоматически отключать повреждённую электроаппаратуру по средствам релейной защиты. Однако, несмотря на устанавливаемые на объектах системы защиты, нужно помнить о последствиях, которые могут повлечь за собой аварии и нарушение в работе объектов. Поэтому необходимо быстро и эффективно реагировать на пожар.

## **2. ТАКТИКА И ОСОБЕННОСТИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ**

### **2.1 Основы действий при тушении пожара на объектах энергетики**

Успешность операции по ликвидации пожара на объектах энергетики напрямую связана с превентивной подготовкой к тушению. Для достижения наиболее эффективного результата во время операции все, кто участвуют в тушении пожаров на данных объектах, должны заблаговременно ознакомиться с оперативно-тактическими особенностями объекта, пройти необходимый инструктаж (не реже одного раза в год). Данный инструктаж проводится инженерно-техническим персоналом самого объекта и обязателен к ознакомлению как начальствующему составу привлекаемых к пожаротушению лиц, так и личному составу караулов, проводящих боевые действия по ликвидации пожара.

На всех объектах энергетики хранят необходимое количество средств защиты от поражения электрическим током (диэлектрическая обувь, перчатки, заземляющие устройства). При прибытии пожарных подразделений на объект определяется порядок выдачи им средств защиты, а также порядок оказания необходимой помощи по заземлению и проверки ее надежности.

При возникновении пожара имеющийся дежурный персонал энергообъекта незамедлительно информирует об этом пожарную охрану. До момента их прибытия дежурный смены должен определить очаг возникновения пожара, а также вероятный сценарий его распространения. Эти данные в дальнейшем передаются возглавляющему прибывшее пожарное подразделение лицу. Технический персонал или оперативно-выездная бригада (ОВБ) инструктирует и выдает разрешение на ведение боевых действий в письменном виде, а также определяет зону проведения этих боевых действий.

Все действия прибывших на место пожара подразделений строго согласуются с представителями администрации энергообъекта или ОВБ. И проводятся с учетом их указаний. ОВБ или же старший из технического персонала объекта также согласует свои действия с руководителем тушения пожара (РТП) и

доводит до него сведения о состоянии установок и оборудования, или же об изменениях в их работе.

## **2.2 Разведка пожара на объектах энергетики**

Вторая составляющая успешности операции по тушению пожаров на энергообъекте это грамотно проведенная и информативная разведка пожара. Разведка пожара – совокупность тактико-технических мероприятий, цель которых сбор наиболее достоверной, полной и своевременной информации об сложившейся обстановке. В ходе разведки необходимо получить данные, по которым РТП сможет наиболее точно определить существующую угрозу для жизни и здоровья людей, а также составить наиболее эффективный план операции и выбрать подходящие методы и тактику тушения пожара.

Успех разведки складывается из нескольких составляющих:

1. Своевременность. Ключевой фактор, т.к. обстановка на пожаре может измениться в считанные минуты, поэтому необходимо доводить информацию до штаба за кратчайшее время.

2. Достоверность. Также является ведущим фактором при предоставлении разведывательных данных, т.к. только наличие полной и точной информации об обстановке обеспечивает принятие правильных решений и успешность проводимой операции.

3. Непрерывность. Необходимо непрерывно информировать штаб на протяжении всей операции, начиная от момента возгорания до ее завершения. Благодаря этому РТП может контролировать весь сценарий происходящей ситуации и принимать правильные решения.

4. Активность. Личные качества проводящего операцию состава (находчивость, сообразительность) нередко позволяет еще во время разведки не допустить распространение пожара, а также оказать своевременную помощь пострадавшим.

5. Целеустремленность. Правильное определение задач, целей разведки позволяет сосредотачивать личному составу свои усилия на предоставление необходимой в данный конкретный момент информации, от которой в дальнейшем зависит весь успех операции.

Организация разведки при пожаре на объектах энергетики проводится несколькими группами по 4 – 5 человек. Чаще всего данные группы состоят из специалистов по газодымозащите или газоспасателей. Помимо основных групп в обязательном порядке формируются звенья резерва, а также организуются контрольно-пропускные пункты.

Помимо постоянной поддержки связи с РТП, разведывательные группы должны также непрерывно информировать старшего по смене самого энергетического объекта. Это необходимо для минимизации риска причинения вреда здоровью самих разведывательных групп, т.к. старший по смене и технический персонал знают свой объект и могут в нужный момент дать необходимые рекомендации, касающиеся каких-либо электроустановок или помещений объекта. Также это нужно для выдачи необходимых разрешений во время проведения операции, например, вход личного состава в помещения с оборудованием под высоким напряжением возможно только с разрешения дежурного персонала, действия должны быть согласованы с ними.

Во время разведки пожара на энергообъектах личный состав определяет вероятность взрыва и распространения огня, горючих газов и жидкости, целесообразность приведения в действия конкретных стационарных систем, меры безопасности при проведении операции, какое оборудование будет представлять опасность для личного состава во время операции, определяет помещения и участки, ведение работ на которых невозможно, а также опасный уровень радиации и др. данные, определяемые конкретным сценарием пожара и спецификой объекта.

### **2.3 Специфика развертывания сил и средств при тушении пожара на объектах энергетики**

Приведение имеющихся в распоряжении сил и средств в состояние боевой готовности для выполнения поставленных перед ними задач, – процесс, который в обязательном порядке требует четкого взаимодействия, согласованности между звеньями личного состава, проводящего операцию.

Проведение данной процедуры требует соблюдения определенной последовательности выполняемых действий, обеспечивающей в первую очередь безопасность личного состава во время проведения операции. Данная последовательность действий должна исключать угрозу жизни и здоровью личного состава при использовании пожарно-технического вооружения (ПТВ), при подаче огнетушащих веществ на электроустановки, трансформаторы, кабели и другое оборудование энергообъектов.

Развертывание сил и средств при проведении операции имеет следующий порядок:

1. Учитывая специфику сложившейся обстановки, РТП организует расстановку сил и средств, а также определяет маршруты движения личного состава и пожарной техники к очагу пожара, определяет наилучшие позиции ствольщиков для наиболее эффективного тушения, и определяет места, где необходимо заземлить пожарную технику и заземления стволов и ПТВ.

2. За счет соединения гибких заземлителей и зажимов со стационарной цепью, ствольщиками заземляются пожарные стволы, после чего они выходят на боевые позиции.

3. По маршруту, который определил РТП, прокладываются рукавные линии к боевым позициям. Прокладкой рукавных линий занимаются подствольщики.

4. Далее путем подключения гибких заземлителей к стационарному контуру заземляют насосы подключением струбцин и гибких заземлителей к стационарному контуру или другим уже заземленным конструкциям,

например, к гидрантам водопровода, столбам линий электропередачи (ЛЭП). Этим занимаются водители пожарной техники и сами пожарные.

5. По ходу всей боевой операции командиры отделений контролируют работу личного состава, и по окончании перечисленных выше работ докладывает о готовности к боевым действиям руководителю тушения пожара.

6. Начальник караула (РТП) в свою очередь оценивает расстановку сил и средств, ее правильность, учитывая необходимые безопасные расстояния, и проверяет заземление ПТВ и другой пожарной техники. После проверки в случае готовности к тушению пожара, РТП дает разрешение подавать огнетушащих веществ в зону пожара.

Обязательные условия проведения подобного рода операции на объектах энергетики:

1. Надежное заземление ПТВ, в частности ручных стволов и пожарных машин.

2. Использование участниками боевых действий необходимых средств защиты, которые обеспечивают безопасность личного состава, индивидуальных изолирующих электрозащитных средств (ИИЭС).

3. Обязательное соблюдение минимально допустимых расстояний от насадок стволов пожарных до оборудования под напряжением.

4. Использование только допустим средств пожаротушения и ПТВ.

По завершению операции свертывание сил и средств происходит в следующем порядке (обратном):

1. Прекращение подачи огнетушащего средства

2. Отсоединение заземлителей

3. Уход пожарных с боевых позиций по определенным РТП путям и сворачивание ПТВ

Для эффективного проведения операций по пожаротушения все действия, перечисленные выше, должны быть хорошо отработаны всеми

участниками действий. Для этого проводятся совместные с персоналом энергообъекта учения и отработки навыков.

## **2.4 Рекомендации и требования по тушению пожара на объектах энергетики**

При ведении операции по ликвидации пожара на объектах энергетики, необходимо строго соблюдать определенные требования, которые позволяют личному составу участников боевых действий обезопасить себя от опасных факторов, возникающих во время тушения пожара.

### **2.4.1 Подача средств пожаротушения на участки с электроустановками**

Главное требование при тушении пожаров, возникших на электроустановках, – обесточивание объекта. Если в письменном разрешении, выдаваемым инженерно-техническим персоналом объекта, нет указания об обесточивании электрооборудования или кабелей, то данные объекты тушения считаются находящимися под напряжением.

Только после получения разрешения в письменном виде о допуске тушению оборудования под напряжением, проведении необходимого инструктажа всех участников операции и установлении личного зрительного контроля за объектом тушения, РТП может осуществлять подачу средств пожаротушения. В ситуациях, когда снятие напряжения с объектов тушения может создать непредсказуемые и катастрофически последствия, действия по подаче средств пожаротушения обсуждаются и регулируются согласно установленным правилам пожарной безопасности на энергетических объектах (РД 153. – 34.0 – 03. 301 – 00 (ВППБ 01 – 02 – 95\*)).

Для тушения горящего оборудования под напряжением до 0,4 кВ допускается использование распыленных струй воды с соблюдением необходимого безопасного расстояния (не менее 5 м). Использование компактных струй для ликвидации такого рода возгораний не допускается.

При проведении пожарно-тактических учений на объектах уточняются и вносятся в оперативные карточки боевые позиции личного состава с учетом безопасного расстояния.

На электроустановки, находящиеся под напряжением свыше 0,4 кВ допускается подача огнетушащих средств после их обесточивания.

На объектах энергетики существует ряд оборудования, обесточивание которых даже в случае возникновения пожара запрещено. Для помещений, в которых размещается такого рода оборудование, в оперативно-тактические карточки вносятся корректировки с указанием:

- Места нахождения оборудования, подлежащего обесточиванию
- Перечень необходимых действий по отключению энергооборудования в зоне пожара
- Места размещения СИЗ, заземлителей и средств тушения пожара
- Возможные пути движения боевых групп к месту пожара

Ликвидация возгорания также возможна и огнетушителями, тушащим веществом которых являются негорючие газы. Также допускается использование порошковых и хладоновых огнетушителей, а также огнетушителей комбинированного состава. Использование других огнетушителей допускается при условии наличия у них специальной сертификации и соответствия техническим условиям. Не допускается тушения пожаров данного вида пенными огнетушителями. При использовании допустимых видов огнетушителей для ликвидации пожаров на электроустановках, необходимо соблюдать безопасные расстояния от объектов тушения, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Безопасные расстояния при применении различных видов огнетушителей

| Напряжение, кВ | Безопасное расстояние до электроустановки | Вид огнетушителей |
|----------------|---|-------------------|
| до 10          | не менее 1 метра                          | углекислотные     |
| до 1           | не менее 1 метра                          | порошковые        |
| до 0,4         | не менее 1 метра                          | хладоновые        |

Использование компактных струй воды допускается при тушении не отключённого электрооборудования и установок под напряжением согласно нормативным документам данного объекта. При тушении пожара данным способом используются два вида насадок – РСК-50 с диаметром выходного отверстия 11,5 мм и РС-50 с диаметром выходного отверстия 13 мм. Подача распыленных струй воды осуществляется с помощью стволов с насадками НРТ – 5. Несмотря на возможность использования воды при тушении пожаров на энергообъектах, предпочтение все же отдаётся таким огнетушащим средствам, как негорючие газы, порошковые огнетушители и средства пожаротушения смешанного состава (например, комбинированное использование хладона и углекислоты). Использование пенных средств пожаротушения запрещено. В таблице 2 отображены минимальные допустимые расстояния от насадок стволов до объекта тушения.

Таблица 2 – Минимально допустимые безопасные расстояния от насадок стволов до оборудования, находящегося под напряжением

| Применяемое огнетушащее вещество и устройство для его подачи под давлением 0,4МПа             | Безопасные расстояния, м до горящих электроустановок, находящихся под напряжением, кВ |       |        |
|---|---|-------|--------|
|   | 0 - 1   | 1 -10 | 10 -35 |
| Вода (компактная струя) подаваемая из стволов РСК - 50 (11,5) и РС - 50 (13)                  | 4,0   | 6,0   | 8,0    |
| Вода (распыленная струя) подаваемая из стволов с насадками НРТ                                | 1,5   | 2,0   | 2,5    |
| Огнетушащие порошковые составы; одновременная подача распыленной воды и огнетушащих порошков. | 1,5   | 2,0   | 2,5    |

Расстояния, принятые считать допустимыми, безопасными, основываются на способности человека пропускать электрический ток без вреда для организма. Так, ток силой до 05 мА считается безопасным. Смертельно опасной величиной силы тока в данном случае будет 100мА.

Промежуточные между этими значениями величины могут также вызывать различные негативные последствия для организма человека:

- Ток силой примерно 50 мА вызывает у человека паралич органов дыхания
- Ток силой в диапазоне от 20 до 25 мА может вызывать паралич рук
- Ток силой в диапазоне от 0,6 до 1,5 мА способен спровоцировать дрожание пальцев, что также недопустимо при тушении пожара.

Во избежание поражения участников тушения пожаров электрическим током, в обязательном порядке необходимо заземлять ручные пожарные стволы и оборудования пожарных машин по средствам соединения с имеющимся на всех объектах стационарным контуром. Также весь личный состав должен быть оснащен ИИЭС для минимизации риска поражения электрическим током во время проведения операции.

#### **2.4.2 Тушение пожаров на трансформаторах, масляных выключателях и реакторах.**

В отличие от установок под напряжением, трансформаторы, масляные выключатели и реакторы допускается тушить пеной средней кратности. Интенсивность подачи раствора должна составлять 0,2 л/(м<sup>2</sup>с). Другой способ ликвидации данных возгораний – подача тонкораспыленной воды с интенсивностью подачи 0,1 л/(м<sup>2</sup>с). Степень и характер повреждения трансформатора определяется во время разведывательных действий. Также определяется и площадь растекания трансформаторного масла и его направление при повреждении трубопроводов, а также устанавливается расположение стационарных средств пожаротушения и возможность их использования.

При возгорании масла сверху трансформаторной крышки без повреждения масляного бака, то данный пожар тушится водой с интенсивностью подачи примерно 0,2 л/(м<sup>2</sup>с) с использованием насадок НРТ-5. В случае же возгорания расширительного бака необходимо слить масло

объемом примерно 0,1 объема бака. При сливании большего количества процесс пожаротушения может усложниться из-за повреждения внутренних обмоток.

При другом сценарии пожара возможно возгорания масла как в баке, так и вокруг трансформатора. Это может произойти в результате срыва крышки трансформатора. В данной обстановке сперва производится тушения горящего масла вокруг трансформаторов с использованием перечисленных в первом абзаце способов, либо с использованием их комбинации. Способ комбинирования является наиболее эффективным, т.к. в данном случае происходит одновременная подача тушащих средств в зону пожара. Внутри бака возгорание ликвидируется пеной средней кратности. Подача происходит за счет использования либо пожарных стремянок, либо за счет пеноподъемников.

Также во время возгорания необходимо отключить и заземлить трансформаторы, а также обеспечить защиту соседнего оборудования путем распыления водных струй.

Чтобы не допустить распространение пожара в результате растекания масла при повреждении трубопроводов или масляных баков, необходимо во время проведения операции оцепить зону пожара. Это делается путем создания валов заграждения, либо путем создания отводных каналов. Во втором случае необходимо учитывать особенности рельефа местности. Также во время операции РТП обязан не допустить распространения огня в другие помещения и другими путями, например, по вентиляции, а также обеспечить защиту щитов управления. Также РТП должен проконтролировать, чтобы вода не попала на соседние устройства, в частности на их фарфоровые составляющие.

Одновременно с оцеплением зоны пожара, подготавливаются необходимые для тушения трансформатора средства ликвидации огня и по мере готовности начинают подачу водных струй на соседние баки интенсивностью примерно 1 л/(м<sup>2</sup>с) с целью снизить их температуру.

### **2.4.3 Тушение пожара в кабельных помещениях**

Возгорания в кабельных помещениях можно ликвидировать следующими средствами пожаротушения:

1. Воздушно-механическая пена средней кратности
2. Водяной пар
3. Углекислота

Подача перечисленных средств пожаротушения осуществляется при помощи передвижных или стационарных устройств подачи автоматического пуска.

Стационарные устройства подачи пенных или водных средств пожаротушения имеют специальные приспособления, служащие для подключения стационарных установок к пожарным автомобилям. Через распылители и генераторы пены происходит подача тушащих средств от пожарных машин в кабельные туннели.

Передвижные средства используются при отсутствии выше описываемых стационарных устройств, либо в случае нарушения в их функционировании. В большинстве случаев для этого пожарными подразделениями используются генераторы пены ГПС. Возможно также использование аналогичных средств.

Методы подачи средств пожаротушения в кабельные помещения зависит от нескольких факторов:

1. Расстояния до места возгорания
2. Расстояния от люков и входов в помещения
3. Наличия кабелей с маслом
4. Направления воздушного потока в кабельных отсеках
5. Уклона кабельного туннеля

При возгорании между люками, огнетушащие средства подаются в один из люков (ближайший), в то время как второй используется для удаления дыма из помещения. Если же имеется третий люк, или несколько входов и люк, тогда

средства тушения подаются в крайние входы (люки), а центральный используется для удаления дыма.

Горение кабельных туннелей с уклоном лучше ликвидировать подачей пены в люк, находящийся над очагом пожара. При данной схеме подачи будет лучшее заполнение отсека пеной. В случае наличия маслопроводов в туннеле с уклоном, схема подачи меняется и пену целесообразнее подавать в люк, расположенный ниже очага пожара. Это позволит предотвратить распространение огня по наклону туннеля. В обоих случаях второй люк используется для выхода дыма.

При тушении пожара в горизонтальных отсеках кабельных помещений максимальное расстояние распространения пены при использовании одного ГПС-600 варьируется в пределах от 30 до 35 м. Поэтому в случае, когда расстояния от места подачи пены превышает данный диапазон, дополнительно используется еще 1 или 2 ГПС в этом же месте подачи. Это позволяет увеличить максимальное расстояния продвижения тушащего вещества приблизительно на 10 м. В отдельных случаях в зависимости от обстановки существует необходимость вскрытия перекрытий кабельных туннелей необходимость установки дополнительных устройств для откачки дыма.

Перечисленные варианты подачи огнетушащих средств представлены на рисунке 1.

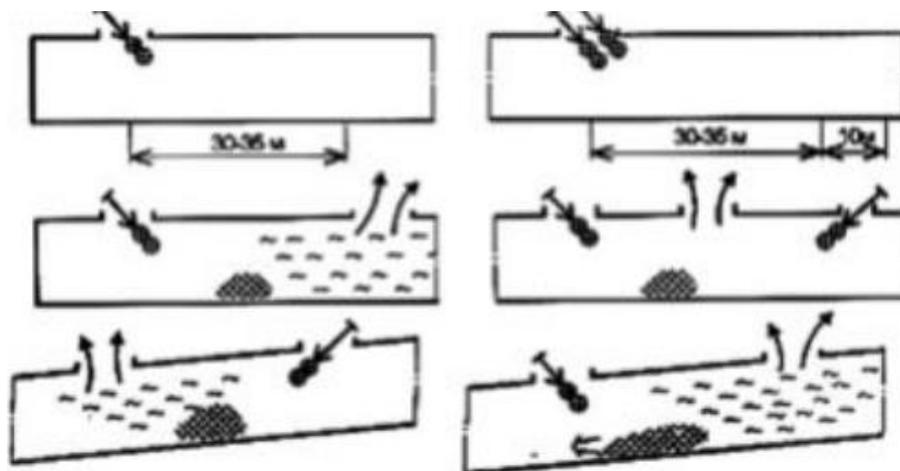


Рисунок 1 – Способы подачи огнетушащих средств в кабельные туннели.

Количество подаваемой в отсек пены берется из расчета трех объемов самого отсека. Время подачи огнетушащего средства – 15 мин. Для ликвидации пожара применяются пеногенераторные установки, такие как ПГУ-400 или аналоги. Также необходимо использование дымососов, например ДП-7. Количество пеногенераторных установок также берется в зависимости от объема кабельного отсека.

Если кабельное помещение не разделено на отсеки, тогда подача пены происходит в люки по обе стороны от очага возгорания. В остальные проемы подают дополнительные ПГУ. После необходимого количества ПГУ также вводят в проему между граничными люками.

Использование дымососов позволяет, помимо удаления дыма, улучшить условия распространения пены за счет выпуска из люка воздуха, создающего сопротивление растеканию.

Чтобы предотвратить распространение пожара в соседние помещения помимо всего прочего необходимо отключить систему вентиляции. Кроме ликвидации пожара необходимо обеспечить защиту щитов управления и кабельных полуэтажей. Для этого также можно использовать ГПС-600, либо использованием воды с насадками НРТ-5 или НРТ-10.

Если подача пены происходит через дверные проемы, то генераторы пены устанавливаются в верхней части дверного проема, после чего происходит обязательное заземление установок. Подачу тушащего вещества осуществляют водители пожарных автомобилей, используя СИЗ от поражения электрическим током (боты, перчатки).

#### **2.4.4 Тушение пожаров в машинных залах.**

Тушение пожаров в помещениях машинных залов осуществляют за счет подачи средств пожаротушения как минимум на три уровня:

1. Уровень 0.00 – целью подачи огнетушащих средств на этот уровень является обеспечение защиты различного оборудования, маслобаков и кабельных туннелей.

2. Уровень +6.00 – осуществляется тушение и снижение температуры оборудования

3. Уровень +12.00 – тушение покрытия и обеспечение безопасности конструкций

В машинных залах возгорание может произойти на генераторных обмотках с установленной охладительной системой или же на гидрогенераторах. В данных случаях тушение осуществляется с помощью использования стационарных устройств по средствам заполнения подачи на внутренний объем генератора средств пожаротушения (углекислоты). Также допустимо использовать водяной пар. Подача воды в стационарные устройства осуществляется от передвижных средств или из пожарного водопровода. НЕ допускается использование песка, пены или химических тушащих средств при возгорании генераторных обмоток.

При возникновении пожара в машинных залах необходимо прекратить работу всех генераторов и турбин, а также обеспечить защиту данных объектов стационарными или передвижными средствами пожаротушения. Если на генераторах установлена водородная система охлаждения, используется либо азот, либо диоксид углерода.

Пожар в машинных залах может вызвать вытекание или струйное распространение горящего масла вследствие повреждения охладительной системы. Для тушения и предотвращения распространения масла на нулевую отметку возможно применение пенных или водных средств пожаротушения, в частности пену средней кратности или распыленные струи. Данные огнетушащие средства также используются для обеспечения безопасности другого оборудования, маслобаков и металлического покрытия. Вода в машинные залы для ликвидации пожара подается с интенсивностью  $0,2 \text{ л}/(\text{м}^2\text{с})$ . Помимо проведения мероприятий по ликвидации возгорания и обеспечения безопасности, необходимо предотвратить распространение пожара в кабельные помещения (туннели, полуэтажи) и другие смежные участки.

Применения различного вида огнетушащих средств при тушении пожаров на котельных агрегатах зависит от вида топлива. Допустимо применение таких средств, как водяной пар, вода и пена средней кратности. Защита оборудования обеспечивается путем распыления струй воды, а защита конструкций путем применения компактных струй. Интенсивность подачи воды при ликвидации горения на котлоагрегатах остается такой же, что и при пожарах в машинных залах, а при возгорании в галереях топливоподачи интенсивность подачи воды снижается до  $0,1 \text{ л}/(\text{м}^2\text{с})$ . Тушение горящего или тлеющего твердого топлива, а также пыли, например угольной, осуществляется с использованием насыщенного пара воды. Также водяной пар применяется для защиты бункеров и топливных магистралей. Допустимо также использование струй воды.

Пожары растекшегося мазута при прорывах мазутопроводов осуществляется применением воздушно-механической пены (ВМП) либо воды. Покрытия машинных залов тушится водой, подача которой осуществляется путем подсоединения рукавных линий к имеющимся наружным сухотрубам.

Ликвидация горения в галереях маслопроводов на ГЭС производится с использованием ВМП средней кратности, подача которой происходит стационарных систем или передвижного ПТВ.

#### **2.4.5 Рекомендации по предварительному расчету сил и средств**

Для каждого возникшего пожара возможно составить план тушения пожара, рассчитать требуемые силы и средства, однако в условиях ЧС время на составление таких планов чаще всего не бывает. Поэтому существует необходимость придерживаться определённых рекомендаций по предварительному расчету сил и средств пожаротушения как для пожара в целом, так и с учетом каждого конкретного объекта.

Расчёт сил и средств проводится до пожара - при разработке оперативно-служебных документов, при решении пожарно-тактических задач, на месте пожара или после его ликвидации.

Среди показателей, необходимых для расчёта, особое значение имеет расчёт площади тушения, площади пожара, принцип расстановки сил и средств, участвующих в тушении пожара, направления подачи стволов и т.д.

В зависимости от того, как введены и расставлены силы и средства, тушение в данный момент может осуществляться с охватом всей площади пожара, только части её или путём заполнения объёма огнетушащими веществами. При этом расстановку сил и средств выполняют по всему периметру площади пожара или по фронту его локализации.

Если в данный момент сосредоточенные силы и средства обеспечивают тушение пожара по всей площади, охваченной горением, то расчёт их производят по площади пожара, которая численно равняется площади тушения.

Если в данный момент обработка всей площади пожара огнетушащими веществами невозможна, то силы и средства сосредотачивают по периметру или фронту локализации для поэтапного тушения. Расчёт в этом случае осуществляют по площади тушения на первом этапе, считая от внешних границ площади пожара.

Учитывая особенности рассматриваемого в работе объекта, нужно учитывать место возникновения пожара. Обычно, во время пожарно-тактических учений на объектах отрабатываются различные варианты возгораний и сценарии пожаров, однако полезно знать некоторые рекомендации, которые помогут уменьшить время на ликвидацию пожара и повысить эффективность операции.

Так, при возгорании в кабельных туннелях, как уже было сказано выше, тушение пожаров рекомендуется проводить с помощью ГПС-600. С учетом времени прибытия пожара, возможностей подразделений и скорости распространения огня, для ликвидации пожара рекомендуется использовать как минимум по 2 ГПС-600 на кабельный туннель (с учетом рекомендаций в пункте 2.4.3 данной работы). Следуя данной рекомендации, на тушение пожара в кабельном помещении выделяется по 4 человека на кабельный туннель (2 человека на ГПС-600 либо другим пеногенератором).

При тушении пожара в машинных залах, основным средством тушения является вода, и, исходя из этого, расчет личного состава происходит с учетом рекомендации 1 человек на работу со стволом с ровной поверхности. В случае сильного задымления и создания непригодной для дыхания обстановки, выделяется 3-4 человека (звено ГДС).

Аналогичным образом происходит предварительный расчет сил личного состава для тушения пожара на трансформаторах. При данном расчете необходимо помнить о необходимости обеспечения защиты других, не подвергнувшихся пожару, объектов и предотвращении пожара. На защиту объектов также рекомендуется выделять как минимум по 1 человеку на объект.

Средства пожаротушения, необходимые для ликвидации пожара, рассчитываются исходя из их характеристик. В зависимости от масштаба пожара, предполагается количество машин. При прокладке рукавных линий от машины рекомендуется использовать по одному человеку из личного состава на рукавную линию (из расчета на одну машину). При этом боевое развертывание производят несколькими подразделениями и в первую очередь от пожарных машин, установленных на ближайших водоисточниках. В зависимости от схемы боевого развертывания водоотдача насоса может быть различной. Так, при подаче от машины двух стволов с диаметром насадков 19 мм и четырех – с насадком 13 мм водоотдача насоса составляет примерно 30 л/с, при подаче шести стволов с насадком 13 мм  $Q_n \approx 22$  л/с, а четырех генераторов ГПС-600  $Q_n \approx 24$  л/с и т. д. Исходя из этого учитывается требуемое количество автомобилей и личного состава.

Все учения, проводимые на объектах энергетики, как раз направлены на быстрое реагирование подразделений. Все необходимые параметры определяются заранее и вносятся в специальные карточки. Так, размеры тушения реальных пожаров с учетом обстановки можно определить по масштабным планам, картам, служебным, оперативным и другим документам, содержащим сведения о размерах зданий, отдельных помещений, сооружений.

Геометрические параметры определяют измерением. Для успешного тушения пожара предварительно должно быть определено:

- Форма площади пожара
- Принцип расстановки сил
- Требуемый расход средств
- Требуемое количество ПТВ
- Определяют фактический расход средств и его необходимый запас
- Определяют численность личного состава

Выезжая на пожар, РТП уже должен знать, как организовать расстановку сил, а также знать примерный расчет средств и требуемого личного состава. Поэтому крайне важным является проведения тренировок и изучение определенных инструкций, а также знание материалов рекомендательного характера

### 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТЕ ЭНЕРГЕТИКИ

#### 3.1 Моделирование ситуации и схема пожара

На объекте энергетики (электростанции) в результате аварии произошло возгорание в машинном отделении. Произошел выброс из смазочной системы и дальнейшее растекание масла с температурой вспышки более 28°C. Площадь растекания составила 150 м<sup>2</sup>. Тушение горящего масла пенными огнетушителями, которые использовали члены добровольного противопожарного формирования (ДПФ), к успеху не привело. От замыкания возник пожар в кабельном туннеле № 3 на площади примерно 60 м<sup>2</sup>. Размер кабельного туннеля 2х2х55 м. Горение стало распространяться в направлении главного кабельного туннеля размером 4х4х200 м.

Вверху кабельного туннеля №3 имеются люки диаметром 0,9 м. Из туннеля есть переход через противопожарные двери, с пределом огнестойкости Пф=0,75 часа, в главный кабельный туннель, которые оказались открытыми и не закрывались из-за неисправности.

Установка пенного тушения не сработала.

В здании машинного зала имеются внутренние пожарные краны.

На территории электростанции имеется кольцевой противопожарный водопровод диаметром 150 мм и с напором 0,4 МПа. На расстоянии 150 м и 180 м от горящего здания находятся два противопожарных водоёма ёмкостью по 250 м<sup>3</sup> каждый. Схема пожара представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема пожара на энергообъекте

### 3.2 Расчет сил и средств для ликвидации пожара

Для начала рассчитываем необходимое количество генераторов пены ГПС-600 для тушения горящего масла в машинном зале по формуле:

$$N_{\text{ГПС-600}}^{\text{мз}} = \frac{S_{\text{рас}} \cdot I_{\text{мп}}^{p-p}}{q_{\text{ГПС-600}}^{p-p} \cdot K_{\text{кп}}} = \frac{150 \cdot 0,05}{6 \cdot 0,8} = 2, \quad (1)$$

где  $K_{\text{кп}}$  – коэффициент кратности пены, характеризующий отношение кратности пены, реально получаемой из ГПС-600 и равной 80, к теоретической, равной 100.

Количество ГПС-600 для тушения пожара в кабельном туннеле № 3 рассчитываем по формуле:

$$N_{\text{ГПС-600}}^{\text{км}} = \frac{W_{\text{км}} \cdot K_p}{q_{\text{ГПС-600}}^n \cdot \tau_{\text{расч}} \cdot K_{\text{кп}}} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 55 \cdot 3,5}{36 \cdot 10 \cdot 0,8} = 3,$$

Длина продвижения пены по кабельному туннелю № 3, подаваемая из трех ГПС-600 рассчитывается по формуле:

$$L = 30 \cdot \left( 1 + \frac{N_{\text{ГПС-600}} - 1}{1,35} \right) = 30 \left( 1 + \frac{3-1}{1,35} \right) = 74 \text{ м} \quad (2)$$

где  $S_{\text{рас}}$  - площадь горящего масла в машинном зале станции, м<sup>2</sup>;

$I_{\text{тр}}^{P-P}$  - требуемая интенсивность подачи пены на по раствору, л/с·м<sup>2</sup>;

$W_{\text{км}}$  - свободный объём кабельного туннеля, который предстоит заполнить огнетушащей пеной, м<sup>3</sup>;

$K_p$  - коэффициент разрушения пены;

$q_{\text{ГПС-600}}^n$  - расход пены из ГПС-600, м<sup>3</sup>/мин;

$\tau_{\text{расч}}$  - расчётное время тушения пеной средней кратности в кабельных коллекторах, мин.

Следовательно, расчётным количеством ГПС-600 можно заполнить пеной весь туннель № 3 и ликвидировать горение. Необходимо подать один ГПС-600 в люк со стороны главного кабельного туннеля, чтобы предотвратить распространение горения из туннеля № 3.

Количество пенообразователя САМПО для тушения пожара:

$$W_{\text{ПО}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{ГПС}} \cdot q_{\text{ГПС}}^{\text{ПО}} \cdot \tau_{\text{расч}} \cdot 60 \cdot K_3 = (3 + 2 + 1) \cdot 0,36 \cdot 10 \cdot 60 \cdot 3 = 3888 \text{ л}$$

где  $q_{\text{ГПС}}^{\text{ПО}}$  - расход ГПС по пенообразователю в растворе, л/с;

$K_3$  - коэффициент запаса пенообразователя, равный 3.

Последовательность ликвидации пожара должна быть такой: сначала ликвидируется горение разлившегося масла в машинном зале, а затем в кабельном туннеле.

Для защиты металлических ферм и других конструкций от воздействия тепловых потоков пожара в машинном зале необходимо:

- для защиты металлических ферм над горящим маслом у котла – 2 переносных лафетных ствола с  $d_n = 32$  мм и расходом воды 25 л/с каждый;
- для защиты покрытия в машинном зале над местом горения масла – 2 ствола РС-70 с  $d_n = 25$  мм;
- для предотвращения распространения растекающегося масла в другие кабельные туннели – 2 ствола РС-70.

Все стволы на защиту в машинный зал подаются звеньями ГДЗС.

Количество сил для выполнения требуемых операций (работ) на пожаре:

- число автомобилей для доставки требуемого запаса пенообразователя:

$$N_{\text{АИТ}} = \frac{W_{\text{ПО}}}{W_{\text{нб}}^{\text{АВ}}} = \frac{3888}{4000} = 1; \quad (3)$$

- количество отделений для работы на АЦ по тушению пожара разлитого масла в машинном зале:

$$N_{\text{отд}}^{\text{МЗ}} = \frac{N_{\text{ГПС}}^{\text{МЗ}}}{n_{\text{отд}}^{\text{ГПС}}} = \frac{2}{1} = 2; \quad (4)$$

- количество отделений для работы на АЦ по подаче ГПС-600 на тушение пожара в кабельном туннеле № 3:

$$N_{отд}^{км} = \frac{N_{ГПС}^{км}}{n_{отд}^{км}} = \frac{3}{1} = 3; \quad (5)$$

- число отделений для работы на АЦ по защите главного кабельного туннеля от распространения в него пожара:

$$N_{отд}^{г.км} = \frac{N_{ГПС}^{г.км}}{n_{отд}^{г.км}} = \frac{1}{1} = 1; \quad (6)$$

- количество отделений для работы на АЦ по подаче переносных лафетных стволов на защиту ферм над очагом горения:

$$N_{отд}^{защ.ф} = \frac{N_{ств}^{защ.ф}}{n_{отд}^{ств}} = \frac{2}{1} = 2; \quad (7)$$

- количество отделений для работы на АЦ по подаче стволов РС-70 с  $d_n = 25$  мм защиту покрытия:

$$N_{отд}^{защ.п} = \frac{N_{ств}^{защ.п}}{n_{отд}^{ств}} = \frac{2}{1} = 2; \quad (8)$$

- число отделений для работы на АЦ по подаче стволов РС-70 на защиту от растекающегося масла по лоткам в кабельные туннели:

$$N_{отд}^{защ.м} = \frac{N_{ств}^{защ.м}}{n_{отд}^{ств}} = \frac{2}{1} = 2; \quad (9)$$

Общее количество отделений для выполнения всех видов работ по тушению пожара (без учёта резерва сил и средств):

$$N_{отд}^{общ} = N_{АИПТ} + N_{отд}^{мз} + N_{отд}^{км} + N_{отд}^{г.км} + N_{отд}^{защ.ф} + N_{отд}^{защ.п} + N_{отд}^{защ.т} = 1 + 2 + 3 + 1 + 2 + 2 + 2 = 13 \quad (10)$$

Таким образом, для ликвидации данного пожара по расчетным данным необходимо 13 отделений, 2 ГПС-600 для ликвидации пожара в машинном зале, 3 ГПС-600 для ликвидации пожара в кабельном туннеле, 1 ГПС-600 для предотвращения распространения огня, 4 ствола РС-70 для защиты оборудования, 2 переносных лафетных ствола.

### 3.3 Организация ликвидации пожара

До прибытия первого пожарного подразделения на электростанцию руководителем тушения пожара является старший смены объекта (сменный начальник станции, сменный начальник цеха) или руководитель энергетического объекта.

Старший оперативный начальник пожарной охраны, прибывший на место пожара (начальник караула, оперативный дежурный, начальник дежурной смены службы пожаротушения и другие вышестоящие руководители) обязан немедленно связаться со старшим по смене энергообъекта, получить от него информацию об обстановке на пожаре и письменный допуск на проведение оперативно-тактических действий подразделений по тушению пожара.

Пожарные подразделения приступают к тушению пожара после инструктажа старшим из числа инженерно-технического состава энергообъекта или оперативной выездной бригады.

РТП организует штаб пожаротушения, в состав которого включает старшего из руководителей объекта (смены). Все действия по тушению пожара РТП должен согласовывать с этим представителем объекта.

Если на энергообъекте имеется неотключаемое оборудование, которое пожарные подразделения обязаны тушить по заранее разработанным договорённостям, то при тушении пожара таких электроустановок компактными или распылёнными струями воды, стволы и насосы пожарных автомобилей должны быть заземлены. Ствольщики обязаны работать в диэлектрических сапогах (ботах) и перчатках, а также находиться на определённых расстояниях от горящих (не горящих) установок и кабелей.

Тушение пожара в помещениях с электроустановками, находящимися под напряжением до 10 кВ, всеми видами пен с помощью ручных стволов типа ГПС или СВП запрещается, из-за повышенной электропроводности воздушно-механической пены.

При необходимости тушения пожара воздушно-механической пеной в кабельных туннелях, требуется производить предварительное закрепление пеногенераторов, их заземление, а также заземление насосов пожарных машин. Водитель пожарного автомобиля, от которого подаётся раствор пенообразователя к пеногенераторам, должен работать в диэлектрических ботах и перчатках.

Все необходимые заземляющие устройства, диэлектрические сапоги (боты), перчатки и коврики должны находиться на электростанции. Заземление пожарных автомобилей, стволов и генераторов пены производится специалистами объекта на заранее определённых местах.

При подаче пены через дверные проёмы в кабельные туннели, пеногенераторы должны быть закреплены в верхней части дверной коробки или вблизи неё. Пена может подаваться через люки или специально проделанные проёмы в верхней части кабельного туннеля, с закреплением там пеногенераторов и их заземлением.

РТП организует три участка на пожаре по выполнению задач и назначает их начальников:

УТ-1 – тушение разлитого масла в машинном зале и недопущение его растекания в кабельные туннели. Участку придаются: два ГПС-600 и два ствола РС-70, подаваемые звеньями ГДЗС.

УТ-2 – тушение пожара в кабельном туннеле № 3 и недопущение распространения горения в главный кабельный туннель. Участку придаются: 4 ГПС-600 и четыре звена ГДЗС.

УТ-3 – защита ферм и покрытия от воздействия огня и тепловых потоков. Участку придаются: два переносных лафетных ствола с  $d_n = 32$  мм, два РС-70 с  $d_n = 25$  мм и два звена ГДЗС.

Расстановка прибывающих на пожар подразделений пожарной охраны осуществляется следующим образом:

ПЧ-3 – 1-ое отделение на АЦ устанавливает автомобиль на ПГ-2 и прокладывает магистральную линию к входу № 1, от разветвления подаёт один ГПС-600 звеном ГДЗС на тушение разлитого масла. У входа выставляет пост безопасности.

– 2-ое отделение на АЦ от разветвления магистральной линии подаёт через вход № 1 один ГПС-600 звеном ГДЗС на тушение разлитого масла в машинном зале.

Отделение на автомобиле пенного тушения (АВ) подсоединяет в магистральную линию пеносмеситель, соединяет его патрубком насоса и по команде РТП подаёт пенообразователь в линию.

ПЧ-1 - Отделение на АЦ устанавливает автомобиль на ПГ-3, прокладывает магистральную линию к входу №2, устанавливает разветвление и от него подаёт один ГПС-600 на тушение в проём туннеля № 3 (по команде РТП). У входа выставляет пост безопасности.

Отделение на рукавном автомобиле (АР) прокладывает четыре магистральные линии от ближайшего водоёма к входу № 2 в машинный зал.

Отделение на ПНС устанавливает автомобиль на водоисточник (ближайший водоём), подсоединяет две рукавные линии к напорным патрубкам насоса, затем подаёт воду (по команде).

ПЧ-2 - Отделение на автоцистерне от разветвления магистральной линии АЦ, установленной на ПГ-3, звеном ГДЗС подаёт ГПС-600 на тушение в проём туннеля № 3 (по команде РТП).

АП – в резерв.

ПЧ-5 - Отделение на АЦ от разветвления магистральной линии, проложенной к входу № 2 от АЦ ПЧ-1, установленной на ПГ-3, звеном ГДЗС подаёт ГПС-600 на тушение в проём туннеля № 3 (по команде РТП).

Отделение на АТСО – организует связь на пожаре между штабом пожаротушения, РТП, НТ, НУТ и др.

Отделение на АЛ – используется для подачи стволов на покрытие машинного зала.

ПЧ-6 - Отделение на АЦ от разветвления магистральной линии, проложенной от водоёма, подаёт звеньями ГДЗС два переносных лафетных ствола через вход № 3 на защиту ферм машинного зала от воздействия тепловых потоков пожара.

У входа выставляют пост безопасности.

ПЧ-10 - Отделение на АЦ устанавливает автомобиль на ПГ-1, прокладывает рукавную линию к входу № 1 и звеном ГДЗС подаёт ствол РС-70 в машинный зал для защиты кабельного туннеля от попадания в него растекающегося масла.

ПЧ-8 - Отделение на АЦ от разветвления магистральной линии у входа № 2 подаёт звеном ГДЗС ГПС-600 для защиты главного кабельного туннеля от распространения пожара из туннеля № 3.

АЛ – в резерв.

ПЧ-4 - Отделение на АЦ устанавливает автомобиль на ПГ-4 и прокладывает рукавную линию к автолестнице, установленной у входа № 2 и по ней подаёт ствол РС-70 с  $d_n = 25$  мм на покрытие.

АВ – в резерв.

ПЧ-7 - Отделение на АЦ от автомобиля, установленного на ПГ-4, прокладывает рукавную линию к автолестнице, установленной у входа № 2 и по ней подаёт ствол РС-70 с  $d_H = 25$  мм на покрытие.

Отделение на АГДЗ – личный состав используется для подмены звеньев ГДЗС, работающих в машинном зале по тушению пожара.

РТП должен вызвать на место пожара отделение на автомобиле технической службы, которое будет проделывать проём в кабельном туннеле № 3 для подачи на тушение пожара 3-х ГПС-600.

Схема расстановки сил и средств на тушение пожара в кабельном туннеле и машинном зале показана на рисунке 3.

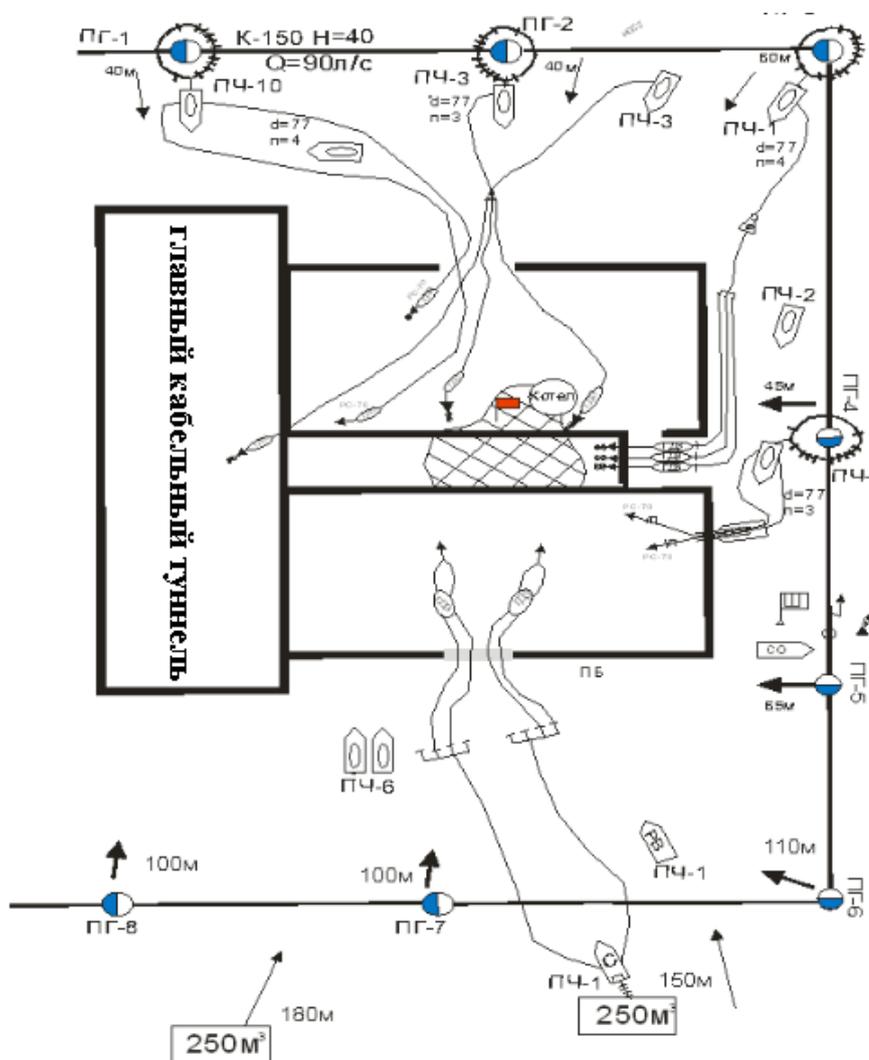


Рисунок 3 – схема расстановки сил и средств для ликвидации пожара в кабельном туннеле и машинном зале

## **4. РАЗДЕЛ «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Выпускная квалификационная работа заключается в изучении особенностей распространения пожаров на объектах энергетики, изучении тактики и методов тушения пожаров на данных объектах, что позволяет в дальнейшем выбирать наиболее эффективные и рациональные способы ликвидации пожара в данных условиях, разрабатывать противопожарные мероприятия на данных объектах и новые, более рентабельные методы тушения пожаров, что в дальнейшем может помочь снизить урон, наносимый данным видом чрезвычайных ситуаций. Исходя из этого, в выпускной квалификационной работе рассматриваются особенности пожаров на объектах энергетики, а также методы и тактика их тушения. Эти исследования могут заинтересовать и оказаться полезными для МЧС и других противопожарных структур. Целью данной работы является изучение и нахождение наиболее эффективных и рациональных методов и тактик тушения пожаров на объектах энергетики с экономической точки зрения.

Задачами, обеспечивающими реализацию поставленной цели, являются: выполнение анализа конкурентных технических решений, SWOT-анализа, составление структуры работ в рамках научного исследования, определения трудоемкости выполнения работ, разработку графика проведения научного исследования, составление бюджета НИИ (материальные затраты, основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение социальной и экономической эффективности исследования.

#### **1.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Оценка коммерческой ценности работы является необходимым условием для поиска источников финансирования проведения научного

исследования.

Для достижения цели проводятся следующие мероприятия:

1. определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям;
2. планирование научно-исследовательских работ;
3. определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Основным сегментом данного рынка является разработка программы действий по ликвидации пожаров при их возникновении на объектах энергетики. Использование программы необходимо для быстрого и четкого выполнения мероприятий по устранению данной ЧС.

Для анализа методов и тактики тушения пожаров была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;
- 3 – средняя позиция;
- 4 – выше среднего, сильная позиция;
- 5 – наиболее сильная позиция.

В таблице 3 представлен анализ конкурентных технических решений. Инженерные мероприятия как «ИНЖ», технические «ТЕХ».

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки                                  | Вес критерия | Баллы |      | Конкурентоспособность |       |
|--|--------------|-------|------|-----------------------|-------|
|  |              | Бинж  | Бтех | Кинж                  | Ктехн |
| 1  | 2            | 3     | 4    | 5                     | 6     |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности |              |       |      |                       |       |
| 1. Надежность                                    | 0.14         | 5     | 4    | 0.7                   | 0.56  |

Продолжение таблицы 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки   | Вес критерия | Баллы |      | Конкурентоспособность |             |
|---|--------------|-------|------|-----------------------|-------------|
|   |              | Бинж  | Бтех | Кинж                  | Ктехн       |
| 1   | 2            | 3     | 4    | 5                     | 6           |
| <b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b> |              |       |      |                       |             |
| 2. Безопасность   | 0.15         | 5     | 5    | 0.75                  | 0.75        |
| 3. Простота эксплуатации                                | 0.12         | 2     | 3    | 0.24                  | 0.36        |
| 4. Объемы производства                                  | 0.13         | 4     | 3    | 0.52                  | 0.39        |
| 5. Функциональная мощность                              | 0.12         | 5     | 1    | 0.6                   | 0.12        |
| 6. Сотрудничество с поставщиками                        | 0.06         | 2     | 3    | 0.12                  | 0.18        |
| 7. Повышение производительности труда пользователя      | 0.1          | 4     | 4    | 0.4                   | 0.4         |
| <b>Экономические критерии оценки эффективности</b>      |              |       |      |                       |             |
| 1. Цена   | 0.07         | 3     | 3    | 0.21                  | 0.21        |
| 2. Уровень проникновения на рынок                       | 0.11         | 3     | 3    | 0.33                  | 0.33        |
| <b>Итого</b>  | <b>1</b>     |       |      | <b>3.87</b>           | <b>3.30</b> |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (11)$$

где K – конкурентоспособность вида;

$V_i$  – вес критерия (в долях единицы);

$B_i$  – балл каждого вида (по пятибалльной шкале);

$$K_{инж} = 0.14 \cdot 5 + 0.15 \cdot 5 + 0.12 \cdot 2 + 0.13 \cdot 4 + 0.12 \cdot 5 + 0.06 \cdot 2 + 0.1 \cdot 4 + 0.07 \cdot 3 + 0.11 \cdot$$

$$Z=3.87$$

$$K_{\text{техн}}=0.14*4+0.15*5+0.12*3+0.13*3+0.12*1+0.06*3+0.1*4+0.07*3+0.11*3=3.30$$

Опираясь на данные, представленные в таблице, можно сделать вывод, что использование инженерных мероприятий для ликвидации пожаров на объектах энергетики является наиболее эффективным и целесообразным. Это возможно благодаря инженерным мероприятиям, которые включают в себя оснащение сил МЧС и других противопожарных структур различными средствами пожаротушения, разработку эффективных методов быстрого реагирования на ЧС, которые позволяют произвести тушение пожара в кратчайшие сроки либо на этапе его возникновения. Его конкурентоспособность находится на отметке высоких показателей, суммарный балл равен 3,87.

### 1.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта, который применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Результаты SWOT-анализа представляем в табличной форме.

Таблица 4 – Матрица SWOT – анализа

|  | <b>Сильные стороны:</b>                      | <b>Слабые стороны:</b>                        |
|--|--|---|
|  | С1. Большая эффективность при эксплуатации   | Сл1. Относительно высокая стоимость;          |
|  | С2. Уменьшение времени на оценку обстановки; | Сл2. Требуется высококвалифицированные кадры. |
|  | С3. Отсутствие вреда                         | Сл3. Большие временные затраты на             |

Продолжение таблицы 4 – Матрица SWOT – анализа

|   |  |  |
|---|--|--|
|   | <p>для окружающей среды.</p> <p>C4. Возможность применения в реальных условиях.</p> <p>C5. Возможность использовать исследование продолжительные сроки</p>                   | <p>создание проекта</p> <p>Сл4. Медленный процесс внедрения.</p>   |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>V1. Возможность дальнейшего развития этого направления из-за необходимости иметь отлаженную стратегию тушения на данных объектах в связи с необходимостью из бесперебойной работы.</p> <p>V2. Возможность снижения расхода бюджета страны и регионов путем внедрения наиболее развитых технологий, тактик и методов для ликвидации пожаров на данных объектах.</p> <p>V3. Возможность</p> | <p>Благодаря возможности использовать исследования продолжительные сроки и других положительных качеств, можно привлечь инвесторов и спонсоров, а также увеличить спрос.</p> | <p>Из-за стоимости проекта и большого разнообразия объектов энергетики и используемых ими ресурсов (уголь, нефть, гидроэнергия и т.д.) возможен отказ инвесторов в финансировании, что приведёт к снижению спроса.</p> |

Продолжение таблицы 4 – Матрица SWOT – анализа

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>уменьшить ущерб, наносимый пожарами на данных объектах как с экономической точки зрения, так и с точки зрения безопасности жизнедеятельности людей.</p> |  |   |
| <p><b>Угрозы:</b><br/>У1. Отсутствие финансирования;<br/>У2. Конкуренция зарубежных исследований.</p>  | <p>Благодаря увеличению срока использования исследований, уменьшения времени на оценку обстановки и улучшения других показателей, есть очень хорошая возможность превзойти зарубежные аналоги.</p> | <p>Использование результата исследований может стать не актуальным и это приведет к потере финансирования и спроса.</p> |

Проанализировав полученную матрицу проекта, мы можем наблюдать, что исследование, рассмотренное в данной работе, имеет много положительных сторон. Но и как другие проекты, данная работа тоже имеет свои минусы, такие как цена и разнообразие объектов энергетики (что не позволяет использовать одну шаблонную тактику тушения пожаров). Однако я думаю, что данные минусы проекта не должны стать большим препятствием в реализации, так как отсутствие подготовленности к пожарам на данных объектах нанесет больший ущерб, чем затраты на его реализацию, т.к. возникновение пожаров на данных объектах ведет к нарушению работоспособности и функциональности других

объектов, и даже целых городов

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

1. определение структуры работ в рамках научного исследования;
2. определение участников каждой работы;
3. установление продолжительности работ;
4. построение графика проведения научных исследований.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 5

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

| Основные этапы                  | № | Содержание работ   | Должность исполнителя |
|---------------------------------|---|--|-----------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Выбор темы, постановка цели и задач ВКР                        | Руководитель          |
|                                 | 2 | Составление предварительного плана ВКР                         | Руководитель, студент |
| Теоретическая подготовка        | 3 | Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР | Руководитель, студент |
|                                 | 4 | Изучение и выбор метода исследований в ВКР                     | Руководитель, студент |
|                                 | 5 | Написание теоретической части ВКР                              | Студент               |
| Проведение расчетов и их анализ | 6 | Предварительный выбор методик обеспечения безопасности         | Студент               |
|                                 | 7 | Окончательное составление методики обеспечения безопасности    | Руководитель, студент |

Продолжение таблицы 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                  | №  | Содержание работ                                       | Должность исполнителя |
|---------------------------------|----|--|-----------------------|
| Проведение расчетов и их анализ | 8  | Оценка и анализ полученных результатов                 | Руководитель, студент |
| Обобщение и оценка результатов  | 9  | Оформление итогового варианта ВКР                      | Студент               |
|                                 | 10 | Согласование и проверка работы с научным руководителем | Руководитель, студент |

Таким образом, выделили основные этапы работ и их содержание, а также исполнителей, выполняющие данные работы.

#### 4.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используем следующую формулу:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5} \quad (12)$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы человеко-дни;

$t_{min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитываем

параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i} \quad (13)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко дни.

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

#### 4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Коэффициент календарности определяем по следующей формуле:

$$K_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1.22 \quad (14)$$

Где  $T_{кал}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$  – количество праздничных дней в году.

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * K_{кал} \quad (15)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$K_{кал}$  – коэффициент календарности.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$  округляем до целого числа.

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название Работы  | Трудоёмкость работ |      |                   |      |                  |      | Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$ |      | Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$ |      |
|--|--------------------|------|-------------------|------|------------------|------|--|------|--|------|
|  | $t_{min}$ чел-дни  |      | $t_{max}$ чел-дни |      | $t_{ож}$ чел-дни |      | Рук.                                       | Студ | Рук.   | Студ |
|  | Рук.               | Студ | Рук.              | Студ | Рук.             | Студ |  |      |  |      |
| Выбор темы, постановка цели и задач ВКР                                | 2                  | -    | 4                 | -    | 3                | -    | 3  | -    | 4  | -    |
| Составление предварительного плана ВКР                                 | 4                  | 4    | 7                 | 7    | 5                | 5    | 3  | 3    | 4  | 4    |
| Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР         | 15                 | 15   | 20                | 20   | 17               | 17   | 9  | 9    | 11   | 11   |
| Изучение и выбор метода исследований в ВКР                             | 4                  | 4    | 7                 | 7    | 5                | 5    | 3  | 3    | 4  | 4    |
| Подбор литературы по тематике работы                                   | -                  | 2    | -                 | 5    | -                | 3    | -  | 3    | -  | 4    |
| Написание теоретической части ВКР                                      | -                  | 24   | -                 | 30   | -                | 26   | -  | 26   | -  | 32   |
| Предварительный и окончательный выбор методик обеспечения безопасности | 8                  | 8    | 15                | 15   | 11               | 11   | 6  | 6    | 7  | 7    |
| Оценка и анализ полученных результатов                                 | -                  | 3    | -                 | 7    | -                | 5    | -  | 5    | -  | 6    |
| Оформление итогового варианта ВКР                                      | -                  | 15   | -                 | 21   | -                | 17   | -  | 17   | -  | 21   |
| Согласование и проверка работы с научным руководителем                 | 2                  | 2    | 5                 | 5    | 3                | 3    | 2  | 2    | 2  | 2    |

Таблица 7 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

| №  | Вид работы   | Исполнители              | Т <sub>ки</sub><br>ка<br>л.<br>дн | Продолжительность выполнения работ |   |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
|----|--|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|---|
|    |  |                          |                                   | Февр.                              |   | Март |   |   | Апрель |   |   | Май |   |   | Июнь |   |
|    |  |                          |                                   | 2                                  | 3 | 1    | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1    | 2 |
| 1  | Выбор темы, постановка цели и задач ВКР<br>Руководитель                | Руководитель             | 4                                 | ■                                  |   |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 2  | Составление предварительного плана ВКР<br>Руководитель                 | Руководитель,<br>студент | 4                                 |                                    | ■ |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 3  | Подбор и первоначальное ознакомление с литературой по теме ВКР         | Руководитель,<br>студент | 11                                |                                    | ■ | ■    |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 4  | Изучение и выбор метода исследований в ВКР                             | Руководитель,<br>студент | 4                                 |                                    |   | ■    |   |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 5  | Подбор литературы по тематике работы                                   | Студент                  | 4                                 |                                    |   |      | ■ |   |        |   |   |     |   |   |      |   |
| 6  | Написание теоретической части ВКР                                      | Студент                  | 32                                |                                    |   |      |   | ■ | ■      | ■ | ■ |     |   |   |      |   |
| 7  | Предварительный и окончательный выбор методик обеспечения безопасности | Руководитель,<br>студент | 7                                 |                                    |   |      |   |   |        |   |   | ■   | ■ |   |      |   |
| 8  | Оценка и анализ полученных результатов                                 | Студент                  | 6                                 |                                    |   |      |   |   |        |   |   |     | ■ |   |      |   |
| 9  | Оформление итогового варианта ВКР                                      | Студент                  | 21                                |                                    |   |      |   |   |        |   |   |     |   | ■ | ■    |   |
| 10 | Согласование и проверка работы с научным руководителем                 | Руководитель,<br>студент | 2                                 |                                    |   |      |   |   |        |   |   |     |   |   | ■    | ■ |

Студент - ■■■■■ Руководитель - ■■■■■

### 4.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### 4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i * N_{расxi} \quad (16)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

Таблица 8 – Материальные затраты

| Наименование    | Единица измерения | Количество |      | Цена за ед., руб |      | Затраты на материалы, (Зм), руб |      |
|-----------------|-------------------|------------|------|------------------|------|---------------------------------|------|
|                 |                   | Студ.      | Рук. | Студ.            | Рук. | Студ.                           | Рук. |
| Бумага          | Лист              | 200        | 0    | 2                | 0    | 400                             | 0    |
| Шариковая ручка | Шт.               | 3          | 1    | 30               | 30   | 90                              | 30   |
| Карандаш        | Шт.               | 1          | 1    | 10               | 10   | 10                              | 10   |
| Блокнот         | Шт.               | 3          | 0    | 45               | 0    | 135                             | 0    |
| Итого           |                   |            |      |                  |      | 635                             | 40   |

Итого по статье «материальные затраты» получилось 535 рублей на студента и 40 рублей на научного руководителя. Общие «материальные затраты» составляют 675 руб.

#### 4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Зарботная плата научного руководителя и студента включает основную зарботную плату и дополнительную зарботную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (17)$$

где  $Z_{осн}$  – основная зарботная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная зарботная плата (15 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная зарботная плата ( $Z_{осн}$ ) научного руководителя и студента рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p \quad (18)$$

где  $Z_{осн}$  – основная зарботная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная зарботная плата работника, руб.

Среднедневная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} \quad (19)$$

где  $Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} * (1 + K_{пр} + K_d) * K_p \quad (20)$$

где  $Z_{TC}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{пр}$  – премиальный коэффициент;

$K_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$K_p$  – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_M = 23000 * (1 + 0.3 + 0.3) * 1.3 = 47840 \text{ Руб.}$$

Месячный должностной оклад студента (дипломника), руб.:

$$Z_M = 2500 * (1 + 0.2 + 0.2) * 1.3 = 3500 \text{ Руб.}$$

Таблица 9 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Студент |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    |              |         |
| - выходные дни                               | 118          | 118     |
| - праздничные дни                            | 14           | 14      |
| Потери рабочего времени                      |              |         |
| - отпуск                                     | 29           | 29      |
| - на выходы по болезни                       | 15           | 12      |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 189          | 192     |

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{47840 * 10.4}{189} = 2632 \text{ Руб.}$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{3500 * 11.2}{192} = 204 \text{ Руб.}$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель:  $T_p = 26$  раб.дней

Студент:  $T_p = 69$  раб.дней

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$Z_{\text{осн}} = 2632 * 26 = 68432 \text{ Руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{осн}} = 204 * 69 = 14076 \text{ Руб.}$$

Таблица 10 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

| Исполнители            | $Z_{\text{тс}}$ | $K_{\text{пр}}$ | $K_{\text{д}}$ | $K_{\text{р}}$ | $Z_{\text{м}}$ | $Z_{\text{дн}}$ | $T_{\text{р}}$ | $Z_{\text{осн}}$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Научный руководитель   | 23000           | 0.3             | 0.3            | 1.3            | 47840          | 2632            | 26             | 68432            |
| Студент                | 4300            | 0.2             | 0.2            | 1.3            | 3500           | 204             | 69             | 14076            |
| Итого $Z_{\text{осн}}$ |                 |                 |                |                |                |                 |                | 82508            |

#### 4.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} \quad (21)$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$K_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты принимать равным 0,13;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Таблица 11 – Расчет дополнительной заработной платы

|                         |              |         |
|-------------------------|--------------|---------|
| Заработная плата        | Руководитель | Студент |
| Основная зарплата       | 68432        | 14076   |
| Дополнительная зарплата | 8896         | 1830    |
| Итого, руб              | 77328        | 15906   |

#### 4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (22)$$

где  $K_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).= 0,271

Величина отчислений во внебюджетные фонды руководителя:

$$Z_{\text{внеб}} = 0.28 * 77328 = 21651 \text{ Руб.}$$

Величина отчислений во внебюджетные фонды студента:

$$Z_{\text{внеб}} = 0.28 * 15906 = 4453 \text{ Руб.}$$

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель  | Основная заработная плата | Дополнительная заработная плата | Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | Итого отчислений |
|--------------|---------------------------|---------------------------------|--|------------------|
| Руководитель | 68432                     | 8896                            | 0.28   | 21651            |
| Студент      | 14076                     | 1830                            | 0.28   | 4453             |
| Итого        |                           |                                 |  | 26104            |

### 4.3.5 Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = \left( \text{Сумма статей} \frac{1}{7} \right) * K_{\text{нр}} \quad (23)$$

$K_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таблица 13 – Расчет накладных расходов

| Наименование статьи   | Сумма, руб   |         |
|---|--------------|---------|
|   | Руководитель | Студент |
| 1. Материальные затраты НТИ                                     | 40           | 635     |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 68432        | 14076   |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 8896         | 1830    |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды                             | 21651        | 4453    |
| Итого   | 99019        | 20994   |
| 5. Накладные расходы  | 15843        | 3359    |

### 4.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи   | Сумма, руб   |         |
|---|--------------|---------|
|   | Руководитель | Студент |
| 1. Материальные затраты НТИ                                     | 40           | 635     |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 68432        | 14076   |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 8896         | 1830    |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды                             | 21651        | 4453    |
| 5. Накладные расходы  | 15843        | 3359    |
| 6. Бюджет затрат НТИ  | 114862       | 24353   |

### 4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (24)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

$$I_{\text{финр}}^{\text{инж}} = \frac{114053}{114053} = 1 \quad I_{\text{финр}}^{\text{тех}} = \frac{24187}{114053} = 0.21$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i * b^i \quad (25)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a^i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 15 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии оценки                                    | Вес критерия | Баллы |      |
|--|--------------|-------|------|
|  |              | Бинж  | Бтех |
| 1. Надежность                                      | 0.14         | 5     | 4    |
| 2. Безопасность                                    | 0.15         | 5     | 5    |
| 3. Простота эксплуатации                           | 0.12         | 2     | 3    |
| 4. Объемы производства                             | 0.13         | 4     | 3    |
| 5. Функциональная мощность                         | 0.12         | 5     | 1    |
| 6. Сотрудничество с поставщиками                   | 0.06         | 2     | 3    |
| 7. Повышение производительности труда пользователя | 0.1          | 4     | 4    |
| 8. Цена  | 0.07         | 3     | 3    |
| 9. Уровень проникновения на рынок                  | 0.11         | 3     | 3    |
| <b>Итого</b>                                       | 1            |       |      |

$$B_{\text{инж}} = 3.87$$

$$B_{\text{тех}} = 3.30$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения

разработки ( $I_{исп i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп i} = \frac{I_{pi}}{I_{финр i}} \quad (26)$$

$$I_{инж} = \frac{3.87}{1} = 3.87 \quad I_{тех} = \frac{3.30}{0.21} = 15.71$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 18) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{инж}}{I_{тех}} \quad (27)$$

Таблица 16 – Сравнительная эффективность разработки

| Показатели  | Инж  | Тех   |
|---|------|-------|
| Интегральный финансовый показатель разработки           | 1    | 0.21  |
| Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 3.87 | 3.30  |
| Интегральный показатель эффективности                   | 3.87 | 15.71 |
| Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 0.25 | 4.07  |

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что наиболее эффективным является первый вариант решения в поставленной бакалаврской работе задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## **Вывод**

В ходе рассмотрения выпускной квалификационной работы со стороны финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, мы убедились, что данная работа является актуальной и отвечает всем современным требованиям в области обеспечения безопасности. Исследования тактических методов и особенностей тушения пожара на объектах энергетики поможет сохранить большое количество жизней, снизить социальный и экономический ущерб, наносимый сбоем в работе энергетических объектов, а также объектов народного хозяйства, коммунальных услуг и других, зависящих от данного энергетического объекта. Переходя к итогам, мы видим, что поставленная в работе цель достигнута и выполнены все поставленные задачи.

В данном разделе было выполнено следующее: анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ, определена структура работ в рамках научного исследования, определение трудоемкости выполнения работ, разработка графика проведения научного исследования, бюджет НИИ (материальные затраты, основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение эффективности исследования.

## 5. РАЗДЕЛ «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

### Введение

Выпускная квалификационная работа заключается в изучении особенностей распространения пожаров на объектах энергетики, изучении тактики и методов тушения пожаров на данных объектах, что позволяет в дальнейшем выбирать наиболее эффективные и рациональные способы ликвидации пожара в данных условиях, разрабатывать противопожарные мероприятия на данных объектах и новые, более рентабельные методы тушения пожаров, что в дальнейшем может помочь снизить урон, наносимый данным видом чрезвычайных ситуаций. Исходя из этого, в выпускной квалификационной работе рассматриваются особенности пожаров на объектах энергетики, а также методы и тактика их тушения. Эти исследования могут заинтересовать и оказаться полезными для МЧС и других противопожарных структур. Целью данной работы является изучение и нахождение наиболее эффективных и рациональных методов и тактик тушения пожаров на объектах энергетики.

Социальная ответственность представляет собой обязанность и готовность человека нести ответственность за свои действия, поступки и их последствия. К социальной ответственности относится соблюдение трудовой дисциплины, своевременная оплата труда, предоставление льгот сотрудникам опасных производств, предоставление отпусков и многие другие виды деятельности, регулируемые законом.

Важнейшим условием реализации социальной ответственности является выполнение комплекса мер организационно-технического характера, направленных на предупреждение несчастных случаев на объекте и на организации безопасных условий труда.

В данном разделе бакалаврской работы будут рассмотрены вредные и опасные факторы, влияющие на руководителя тушения пожара и подчиненных ему спасателей и других подразделений участвующих в ликвидации пожара на

объектах энергетики. Также будут предложены меры и способы защиты от опасных и вредных факторов.

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Законодательство Российской Федерации об охране труда и техники безопасности работ состоит из соответствующих положений законодательных, правовых и нормативно-технических актов (документов). К основным из них относятся: Конституция Российской Федерации; Закон “Об основах охраны труда в Российской Федерации”; Трудовой кодекс Российской Федерации; Федеральный закон “Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей” от 22.08.1995; законодательные, нормативные и подзаконные акты, издаваемые на их основе.

Отдельно следует отметить законодательство в области чрезвычайных ситуаций, регламентирующее безопасность аварийно-спасательных работ. Учитывая специфику работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, Государственная Дума 22.08.95 г. приняла Федеральный закон “Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей”. Данный закон устанавливает основные принципы деятельности аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований, определяет общие организационные, правовые и экономические основы их создания. Закон устанавливает обязанности, права и ответственность спасателей, определяет основы государственной политики в области правовой и социальной защиты спасателей и других граждан, участвующих в ликвидации ЧС.

Правовые нормы безопасности при осуществлении работы прописаны в следующих документах:

- № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 г.
- № 151-ФЗ «Об АСС и статусе спасателей» от 22.08.95 г.
- № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

- Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 30.12.2017) "О противопожарном режиме" ГОСТ Р 22.0.202-94 «Организация АСДНР».
- ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы.
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015)

## **5.2 Производственная безопасность**

В этом разделе анализируются вредные и опасные факторы, которые воздействуют на сотрудников ФПС при локализации и ликвидации пожара. На объектах энергетики.

Опасные факторы пожара – это факторы пожара, которые могут привести к травме, отравлению или смерти человека и (или) к повреждению имущества.

### **5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов**

Опасные факторы пожара по механизму воздействия на организм человека можно разделить на две группы: физико-химические и психофизические.

**Физико-химические** факторы включают в себя:

- повышенную температуру воздуха рабочей зоны;
- пламя и искры;
- наличие в дыму углекислого и угарного газов, отравляющих частиц горючих материалов (органическая и неорганическая пыль);
- пониженную концентрацию кислорода;
- снижение видимости в дыму;
- шум;
- освещенность;
- Применение огнетушащих средств.

**Психофизические** - нервно-психологические и физические нагрузки.

**Огонь** - главная причина травм и смерти людей, когда они попадают в его окружение. При тушении кромки низового пожара наиболее часто подвергаются ожогам открытые участки тела, загорается одежда. Пожары на подстанциях могут возникать на трансформаторах, масляных выключателях и в кабельном хозяйстве

Защитным средством в этом случае может служить специальная одежда (БОП). Боевая одежда пожарных включает в себя куртку, брюки (или полукамбенизон) со съёмными теплоизоляционными подкладками, средства защиты рук и ног. У пожарных и спасателей положительно зарекомендовали себя такие производители БОП как: Bristol Pro-Fighter; Lion apparel; Red Fox.

**Дым** - устойчивая дисперсная система, состоящая из мелких твёрдых частиц, находящихся во взвешенном состоянии в газах, образующаяся при сгорании каких-либо горючих материалов. Дым — типичный аэрозоль с размерами твёрдых частиц от  $10^{-7}$  до  $10^{-5}$  м. В зависимости от сгораемого материала (уголь, трансформаторное масло и др.), дым может содержать в себе различные вредные и отравляющие вещества, такие как СО (окись углерода, угарный газ) и СО<sub>2</sub> (углекислый газ) в атмосфере, углеводороды и т.д., и оказывать токсическое воздействие на человека.

Угарный газ поступает в организм через дыхательную систему. При отсроченной форме отравления, которая развивается в результате вдыхания низких концентраций газа (1,2 мг/л), симптомы отмечаются через 45 мин. Такие как: головная боль, головокружение, пульсация в височной области, шум в ушах, координация движений нарушается, возможно снижение слуха и зрения. Далее повышается давление, увеличивается дыхание и пульс, кожа и слизистые оболочки покрываются ярко-красными пятнами, температура тела достигает 38-40°C. При концентрации 2,4 мг/л, теряется способность двигаться. Пребывание спасателя в течение 10 мин в атмосфере, содержащей 6 мг/л СО, может быть смертельным. Угарный газ относится к веществам с направленным механизмом действия, который требует автоматического контроля его содержания в воздухе.

Пары нефти и продуктов её переработки способны вызвать отравления острого и хронического характера, а также различные кожные заболевания. Острые интоксикации характерны при воздействии сернистых нефтяных соединений, а также могут вызываться высокими концентрациями углеводородов. Хроническое отравление вызывает, как правило, воздействие высокосернистой нефти в течение долгого периода времени. Отравленный человек находится в возбужденном состоянии, у него может возникать беспричинный смех или, наоборот, плаксивость. Возможно появление галлюцинаций и усиленного слезотечения. С течением времени наступает угнетенность сознания, появляются тошнота и рвота, усиливается частота пульса. Если нефтепродукт попал в организм через рот, у отравившегося возникают следующие симптомы:

- жжение в ротовой полости и в пищеводе;
- тошнота;
- рвота с выделением рвотных масс с бензиновым запахом;
- понос;
- симптомы желтухи.

Самым тяжелым осложнением при остром отравлении является токсическая пневмония со следующими внешними признаками, которые проявляются через временной период от двух до восьми часов после момента поражения:

- сильные боли в области груди;
- мучительный кашель с выделением кровавой мокроты;
- рвота с кровью;
- затрудненное дыхание;
- одышка;
- растет температура тела;
- учащенное сердцебиение.

При сильном дыме в процессе тушения пожаров важным фактором является недостаток кислорода в воздухе, которым дышат спасатели у которых отсутствуют дыхательные аппараты .

В норме содержание кислорода в атмосфере составляет 20%. При уменьшении всего на 3% наблюдается нарушение мышечной координации, мышление затруднено.

К главным СИЗ от дыма и продуктов сгорания являются средства индивидуальной защиты органов дыхания изолирующего типа. Изолирующие СИЗ органов дыхания обеспечивают подачу сжатого воздуха для нормального дыхания и изолируют органы дыхания от окружающей среды. Подразделения ФПС оснащаются дыхательными аппаратами на сжатом воздухе (ДАСВ), такие как: Dräger PAS Lite; Dräger PSS® 5000; АП Омега; Профи и д.р. При движении в условиях сильной задымленности обязательное наличие у спасателя фонаря.

**Высокая температура окружающей среды** - наиболее характерный фактор для любого пожара. В пределах пламени низовых пожаров она достигает 200-300°C. Также не последнюю роль играет скорость повышения температуры. Так, например, скорость роста температуры в кабельных помещениях по опытным данным составляет в среднем 35—50 °С за минуту. Угроза для пожарных связана с интенсивными тепловыми нагрузками, что приводит к повреждению кожи или поверхности дыхательных путей. В случаях серьезных физических нагрузок в условиях нагрева окружающей среды количество тепла в организме может увеличиться в 2-3. Известно, что при повышении температуры тела до 40°C и более может возникнуть состояние, сопровождающееся судорогами, галлюцинациями, потерей сознания.

Тепловой удар при ликвидации пожаров является наиболее распространенной причиной выведения из строя рабочих пожарной команды. Настоящей угрозой для спасателя является температурная нагрузка, приводящая к повреждению кожи, слизистой оболочки носа, гортани, верхних дыхательных путей, ушных раковин, глаз.

Средствами защиты в таком случае будут являться теплоотражательные костюмы, применяемые при воздействии повышенных температур на участников ликвидации пожара. В ФПС применяются такие костюмы как (ТОК-200, ТОК-800). Костюм ТОК-200 способный выдерживать тепловую нагрузку в 200°С в течении 10 мин., а при воздействии открытого пламени способен защищать в течении 20 сек. Так же обязательными средствами защиты, являются дыхательный аппарат на сжатом воздухе, шлема: Gallet F1; Dräger HPS 7000; ШКПС.

**Искры** приводят к ожогам не защищенных участков тела, происходит возгорание одежды, обуви. На объектах энергетики пожары в кабельных помещениях как раз сопровождаются разлетам большого количества искр расплавленного металла. Средствами индивидуальной защиты в этом случае будут являться одежда из негорючих тканей, специальные очки, шлем.

**Шум** может вызвать стресс, не редко способствует формированию чувства страха и тревоги. В таких условиях снижается внимание. Шум мешает восприятию команд, усложняет организацию процесса локализации и ликвидации пожара, приводит к преждевременной усталости. Во время работы пожарного оборудования уровень шума варьируется от 76 до 130 дБ. В этой ситуации требуется обеспечить спасателей рупорами и рациями. Так же имеет место быть шум, исходящий от самих объектов тушения, который часто превышает допустимые нормы. Так, превышение допустимых норм от постоянно работающего оборудования тепловых электрических станций (ТЭС) может достигать для рабочих зон — 25-32 дБ; для территорий жилых зон — 20-25 дБ на расстоянии 500 м от мощной тепловой электрической станции (ТЭС) и 15-20 дБ на расстоянии 100 м от крупной районной тепловой станции (РТС) или квартальной тепловой станции (КТС). В таких условиях влияние вредного фактора на пожарных возрастает в разы, что усложняет работу, а также может приводить к кратковременным вредным последствиям (быстрое утомление, увеличение вероятности ошибки при ведении работ и т.д)

Основными средствами защиты органов слуха от воздействия повышенного шума являются: шлем, наушники, заглушки.

Следующим вредным фактором, способным оказывать негативное воздействие является **освещенность**, а точнее его недостаток или переизбыток.

Среди вредных факторов, связанных с освещенностью, выделяют:

- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны; - повышенная яркость света;
- пониженная контрастность;
- прямая и отраженная блесккость;
- повышенная пульсация светового потока;

В случае возникновения пожара на объектах энергетики в большинстве случаев все электроаппаратура отключается, вследствие чего освещение будет осуществляться за счет либо естественных источников света, либо за счет аварийного освещения, которого в зависимости от ситуации может не хватать для качественного выполнения своих задач.

Плохое или недостаточное освещение значительно влияет на функционирование зрительного аппарата, определяет зрительную работоспособность, а так же оказывает влияние на психику человека и его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы.

В условиях ЧС личному составу необходимо полная концентрация и максимальная работоспособность во время проведения операции. Для этого в условиях недостаточной освещенности необходимо использовать дополнительные источники света, такие как налобные фонарики. В случаях же переизбытка светового излучения можно использовать шлема с затемненным забралом.

**Применение огнетушащих средств**, в состав которых входят Поверхностно-активные вещества (ПАВ) могут оказывать влияние и на человека. Токсичность ПАВ оценивается: по ЛД<sub>50</sub>, или летальной дозе, при

попадании в желудок; по раздражающему действию на слизистые оболочки глаз, по дерматологическому действию на кожу и по способности изменять функциональное состояние нервной системы.

При воздействии на кожный покров ПАВ, содержащие алкильные радикалы  $C_{14}-C_{18}$ , являются слабыми раздражителями. Катионоактивные поверхностно-активные вещества оказывают наиболее сильное раздражающее действие, чем анионоактивные и неионогенные соединения. По подобию действия мыла, при контакте с глазами поверхностно-активные вещества повреждают слизистую оболочку глаза.

Влияние ПАВ на спасателя заметно при постоянном взаимодействии с пенообразователями и концентрированными ПАВ.

Поступление продуктов разложения порошков в организм может вызывать раздражение и острые респираторные заболевания. Негативно влияет на организм аммиак, оксиды серы и углерода. Поэтому безвредность порошков относительна, все зависит от концентрации в зоне присутствия людей.

Для предотвращения вредного воздействия порошков, пенообразователей и поверхностно-активных веществ, требуется применять средства индивидуальной защиты: защитную одежду, защиту органов дыхания, зрения. После работы тщательно мыть руки и тело.

**Психологический фактор** – это физиологические и психические расстройства состояния спасателей, влияющие на работу всей пожарной команды. Страх, паника, дискомфорт – результат плохой подготовки спасателей, работающих на ликвидации ЧС. Срывы на начальном этапе обычно характеризуются в виде вялости, снижение подвижности, что сильно влияет на качество работы.

Уверенность достигается за счет психологической подготовки спасателей и пожарных, четкой организации работы, обучения и надежных средств индивидуальной защиты и снаряжения.

### 5.3 Экологическая безопасность.

В данном подразделе рассмотрим воздействие огнетушащих средств, применяемых подразделениями пожарной охраны при локализации и ликвидации пожара на окружающую среду.

Огнетушащее вещество - это соединения, которые непосредственно влияют на процесс горения и создаёт условие для его прекращения (вода, пена и др.).

По главному (доминирующему) признаку прекращения горения огнетушащие вещества подразделяются на:

- **охлаждающего действия** (вода, твердый диоксид углерода и др.);
- **разбавляющего действия** (негорючие газы, водяной пар, тонкораспыленная вода и т.п.);
- **изолирующего действия** (воздушно-механическая различной кратности пена, сыпучие негорючие материалы и пр.);
- **ингибирующего действия** (галоидированные углеводороды: бромистый метилен, бромистый этил и огнетушащие составы на их основе и др.).

При тушении пожара только часть огнетушащего состава затрачивается на химические реакции, прекращающих горение, другая часть выбрасывается в атмосферу и таким образом негативно влияет на окружающую среду.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ), используемые в ФПС в качестве смачивателей и пенообразователей, также наносят вред естественной среде. Проникая в водоемы, они препятствуют притоку кислорода. Многие ПАВ биологически разлагаются (ПО-1, ПО-10, Форэтол, ПО-6К).

Воздействие поверхностно-активного вещества на воду заключается в следующем: у воды появляется вязущий вкус, снижается прозрачность, повышается способность к пенообразованию, уменьшается концентрация кислорода, снижается рост микроорганизмов. Кроме того, поверхностно-активные вещества оказывают отравляющее воздействие на водные и наземные экосистемы.

Использование поверхностно-активных веществ, безусловно, вредно для окружающей среде. С другой стороны, тушение с использованием пены уменьшает загрязнение воздуха токсичными и вредными продуктами сгорания.

При использовании пен целесообразно учитывать следующие моменты. После разрушения огнетушащей пены водный поток попадает через стоки, дренажные коллекторы в грунтовые воды, почву и водоемы. Для снижения опасного воздействия поверхностно-активных веществ на окружающую среду необходимо применять менее вредные пенообразователи и снижать расход пены на тушение. Для сбора использованной пены необходимо организовывать обвалование. Использование пенообразователей на основе безвредных биологически разлагаемых поверхностно-активных веществ можно считать наиболее эффективным способом защиты окружающей среды от действия ПАВ.

Большое количество огнетушащих порошков - нетоксичны. Бикарбонат натрия не ядовит, а фосфат и сульфат аммония применяют в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Тем не менее, попадая в огонь, некоторые порошки разлагаются с формированием соединений, которые могут быть токсичными, в процессе тушения могут появляться токсичные вещества: аммиак, диоксид углерода, оксиды фосфора, азота.

В целом использования природных материалов, и особенно промышленных минеральных отходов в качестве порошковых средств пожаротушения, не вызывает сомнений. В тоже время необходимо обратить внимание на минеральный состав отходов, так как тяжелые металлы и их соли, которые являются токсичными, могут присутствовать в порошках. Некоторые порошки на основе смеси органических полимеров с неорганическими добавками могут предотвращать горение металлов и эффективны при тушении тлеющих пожаров.

## 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Ликвидация пожара, как правило, очень сложная работа, связанная с некоторой опасностью для спасателей. При этом, зная и применяя правила техники безопасности и технические средства тушения, имеется возможность гарантировать безопасную и эффективную работу. При боевом развертывании необходимо соблюдать правильную последовательность действий, которая обеспечивает безопасные условия для личного состава при подаче огнетушащих средств на токоведущие части электроустановок и кабелей.

При ликвидации пожара на пожарных могут действовать вторичные факторы, такие как: взрыв, пожар, физическая перегрузка спасателей, нарушение связи, задымление участка работ, паника. Это может быть результатом оплошности при выполнении работ или не точной информации разведки и руководителя. Чрезвычайные ситуации могут, сопровождается:

- Летальным исходом
- Потерей производительности.

Во избежание каких-либо нештатных ситуаций с личным составом, все, кто привлекается на тушение пожара, должны знать и неукоснительно соблюдать технику безопасности перед началом работ, во время работы и по окончании работ. Для этого весь начальствующий состав, привлекаемый к тушению пожаров на этих объектах, должен тщательно изучить оперативно-тактические особенности объекта и, вместе с личным составом всех караулов, участвующих в тушении пожаров, не реже одного раза в год проходить специальный инструктаж

Во всех случаях, когда возникают ситуации, которые угрожают спасателям, руководитель тушения пожара должен обеспечить эвакуацию личного состава в безопасное место, причём руководитель и весь личный состав подразделения должен действовать быстро и решительно, сохраняя спокойствие и не поддаваясь панике.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной исследовательской работы были изучены особенности объектов энергетики и пожаров на данных объектах. В результате исследования удалось выявить конструкционные особенности энергообъектов, которые напрямую связаны с пожарной нагрузкой и являются потенциальными источниками возникновения возгораний, а также был разработан материал рекомендательного характера на основе уже имеющихся тактик и методов борьбы с пожаром на данных объектах, который включает в себя наиболее рациональные способы тушения пожара, подачи огнетушащих средств и развертывания сил с учетом специфики объекта и места возгорания.

Проанализировав возможные сценарии пожаров на объектах энергетики, изучив имеющиеся способы ликвидации возгораний, удалось смоделировать пожар на предполагаемом объекте и рассчитать необходимые для его ликвидации силы и средства. На основе полученных данных и анализа зарубежного опыта планируется в дальнейшем разработать тактику ликвидации пожара, которая будет отличаться своей эффективностью и меньшей ресурсозатратностью.

Как итог можно сказать, что разработка новых методов борьбы с пожарами на энергообъектах является важной задачей как для структур МЧС и противопожарных служб, так и для экономики страны в целом (в связи с зависимостью практически всех сфера хозяйства и, вообще, человеческой жизнедеятельности с энергетикой). Исходя из этого, можно утверждать, что данная работа имеет потенциал для своего раскрытия в дальнейшем, и, соответственно, есть смысл развивать данное исследование с целью создания новых решений данной проблемы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика. – М.; – 2013. – 576 с.
2. Терещнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учебное пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
3. Повзик Я.С., Верзилин М.М. Пожарная тактика. – М.: ЗАО «Спецтехника НПО», 2007. – 441 с.
4. Повзик Я.С. Пожарная тактика М.: ЗАО «Спецтехника», 2004. - 416 с.
5. Терещнев В.В., Артемьев Н.С., Думилин А.И. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 2: Промышленные здания и сооружения. - 2006. - 410 с.
6. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Приложение к письму МЧС России от 26.05.2010 № 43-2007-18.
7. Кимстач И.Ф., Девлишев П.П., Евтюшин Н.М. Пожарная тактика: учебное пособие. – М.: Стройиздат, 1984. – 590 с.
8. СТБ 11.0.04-95 Организация тушения пожаров. Термины и определения.
9. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсо сбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. 92 Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В.Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. –36 с.

10. Правовые и организационные вопросы безопасности [Электронный ресурс] / URL: [http://studbooks.net/1358777/menedzhment/pravovye\\_organizatsionnye\\_voprosy\\_ob\\_especheniya\\_bezopasnosti](http://studbooks.net/1358777/menedzhment/pravovye_organizatsionnye_voprosy_ob_especheniya_bezopasnosti). Дата обращения 08.05.2019
11. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
12. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
13. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
14. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов, 2017. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/12/12055.shtml>. Дата обращения: 07.05.2019
15. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов, 2017. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/32/3254.shtml>. Дата обращения: 07.05.2019.
16. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
17. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение.
18. Тупов В.Б. Шум от энергетического оборудования и способы его снижения. В учебном пособии: «Экология энергетики». – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 365-369 с.
19. Гидравлика и противопожарное водоснабжения: учеб. для вузов МВД СССР / Ю.П. Воротынец, А.А. Качалов, Ю.Г. Абросимов и др.; под ред. Ю.А. Кошмарова. – М.: ВИПТИ, 1985. – 383 с
20. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] / Библиотека ГОСТов, 2017. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/32/3254.shtml>. Дата обращения: 08.05.2019