

**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>Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса</b> |

УДК 502.51:504.5:665.6

Студент

| Группа | ФИО                             | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------------|---------|------|
| 1E71   | Ольховская Елизавета Алексеевна |         |      |

Руководитель

| Должность | ФИО             | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент    | Задорожная Т.А. | К.Т.Н.                    |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Жиронкин С.А. | Д.Э.Н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Федорчук Ю.М. | Д.Т.Н.                    |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Руководитель ООП<br>20.03.01 Техносферная<br>безопасность | ФИО            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент ОКД                                                | Вторушина А.Н. | К.Х.Н.                    |         |      |

Томск – 2021 г.

## Планируемые результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

| Код компетенции                         | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| УК(У)-1                                 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                                                                                                                                                          |
| УК(У)-2                                 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений                                                                                                                              |
| УК(У)-3                                 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде                                                                                                                                                                                                                     |
| УК(У)-4                                 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)                                                                                                                                                     |
| УК(У)-5                                 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах                                                                                                                                                                                  |
| УК(У)-6                                 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни                                                                                                                                                             |
| УК(У)-7                                 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности                                                                                                                                                                |
| УК(У)-8                                 | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций                                                                                                                                                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК(У)-1                                | Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности                                                                      |
| ОПК(У)-2                                | Способность использовать основы экономических знаний при оценке эффективности результатов профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                 |
| ОПК(У)-3                                | Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности                                                                                                                                                                                                     |
| ОПК(У)-4                                | Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды                                                                                                                                                                                                         |
| ОПК(У)-5                                | Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе                                                                                                                                                                                                                                |
| ДОПК(У)-1                               | Способность ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей                                                                                           |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| ПК(У)-9                                 | Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики                                                                                                                                                       |
| ПК(У)-10                                | Способность использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях                                                                                                                                                                        |
| ПК(У)-11                                | Способность организовать, планировать и реализовать работу исполнителей по решению практических задач обеспечения безопасности человека и окружающей среды                                                                                                                                              |
| ПК(У)-12                                | Способность применять действующие нормативные правовые акты для решения задач обеспечения объектов защиты                                                                                                                                                                                               |
| ПК(У)-14                                | Способность определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду                                                                                                                                                                                              |
| ПК(У)-15                                | Способность проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации                                                                                                                                               |
| ПК(У)-16                                | Способность анализировать механизмы воздействия опасностей на человека, определять характер взаимодействия организма человека с опасностями среды обитания с учетом специфики механизма токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов |
| ПК(У)-17                                | Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска                                                                                                                                                                                                                        |
| ПК(У)-18                                | Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации                                                                                                 |

**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  
 04.02.2021г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

| Группа | ФИО                             |
|--------|---------------------------------|
| 1E71   | Ольховской Елизавете Алексеевне |

Тема работы:

Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса

Утверждена приказом директора (дата, номер) 22.01.2021, №22-73/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 07.06.2021 г.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><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>Объект исследования ПСН Лугинецкое. ПСН расположен в Томской области. Назначение объекта - прием товарной нефти с объектов нефтедобычи, промежуточное хранение, учет и перекачка нефти в магистральный нефтепровод (МН). Нефть, поступающая на предприятие, относится к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ). Сырая нефть, товарная нефть. Нефть токсична.</p> |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи</i></p>                                                                                                                                                                                                                                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>Изучить литературные данные о составе нефтегазового комплекса, представить анализ аварийных ситуаций на предприятии нефтегазового комплекса.</li> <li>Рассмотреть технологический процесс сбора и подготовки нефти.</li> </ol>                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>3. Определить источники опасности, причины аварий, поражающие факторы на объекте исследования.</p> <p>4. Смоделировать типовые сценарии развития чрезвычайной ситуации (построить дерево неисправностей, дерево событий)</p> <p>5. Произвести расчет параметров поражающих факторов при развитии ЧС</p> |
| <p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>Раздел</b></p>                                                                                                                                                                                                                                            | <p><b>Консультант</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>                                                                                                                                                                                          | <p>Жиронкин Сергей Александрович</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Социальная ответственность</p>                                                                                                                                                                                                                               | <p>Федорчук Юрий Митрофанович</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                        |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p> | <p>04.02.2021 г.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность | ФИО             | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|---------------|
| Доцент    | Задорожная Т.А. | к.т.н.                 |         | 04.02.2021 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                             | Подпись | Дата          |
|--------|---------------------------------|---------|---------------|
| 1E71   | Ольховская Елизавета Алексеевна |         | 04.02.2021 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 2020/2021 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

|                                          |               |
|------------------------------------------|---------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 07.06.2021 г. |
|------------------------------------------|---------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)                                                                | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 12.03.2021    | Введение. Постановка цели и задач                                                                                    | 20                                 |
| 01.03.2021    | Обзор литературы                                                                                                     | 10                                 |
| 22.03.2021    | Экспертная оценка событий ЧС                                                                                         | 15                                 |
| 12.04.2021    | Разработка мероприятий                                                                                               | 15                                 |
| 03.05.2021    | Результаты проведенного исследования                                                                                 | 10                                 |
| 17.05.2021    | Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | 10                                 |
| 07.06.2021 г. | Оформление и представление ВКР                                                                                       | 20                                 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО              | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------|------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент    | Задорожная Т.А.. | к.т.н                  |         | 04.02.2021 |

**СОГЛАСОВАНО:**

| Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность | ФИО            | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|-----------------------------------------------------|----------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОКД                                          | Вторушина А.Н. | к.х.н.                 |         | 04.02.2021 |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| 1E71          | Ольховская Елизавета Алексеевна |

|                     |              |                           |                                    |
|---------------------|--------------|---------------------------|------------------------------------|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШНКБ</b> | <b>Отделение</b>          | <b>ОКД</b>                         |
| 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 | Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                           |                                                                                                                                                                                                         |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  |                                                                                                                                                                                                         |

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

|                                                                                                                                    |                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Проведение предпроектного анализа. Выполнение SWOT-анализа проекта                                               |
| 5. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований                                                               | Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.             |
| 6. Планирование процесса управления НИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок                         | Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ                                                   |
| 7. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности                                                                  | Проведение оценки экономической эффективности исследования получения полиметилметакрилата суспензионным способом |

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

|                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|
| 1. Матрица SWOT                                                  |
| 2. График проведения НИ                                          |
| 3. Определение бюджета НИ                                        |
| 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 26.02.2021 |
|-------------------------------------------------------------|------------|

**Задание выдал консультант:**

|                  |                               |                               |                |             |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>                    | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Профессор        | Жиронкин Сергей Александрович | Доктор экономических наук     |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                                 |                |             |
|---------------|---------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 1E71          | Ольховская Елизавета Алексеевна |                |             |

Томск – 2021

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| 1E71          | Ольховская Елизавета Алексеевна |

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

**Тема дипломной работы: «Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса»**

|                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Наименование объекта – Пункт сбора и подготовки нефти ПСН Лугинецкое. ПСН расположено в Томской области. Назначение объекта - прием товарной нефти с объектов нефтедобычи, промежуточное хранение, учет и перекачка нефти в магистральный нефтепровод (МН). Нефть, поступающая на предприятие, относится к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ). Сырая нефть, товарная нефть. Нефть токсична.                                                                                                                                                                                              |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>1. Производственная безопасность</b><br>1.1. Анализ выявленных вредных факторов<br>1.2. Анализ выявленных опасных факторов  | 1. Вредные факторы:<br>1.1 Недостаточная освещенность;<br>1.2 Нарушения микроклимата, оптимальные и допустимые параметры;<br>1.3 Шум, ПДУ, СКЗ, СИЗ;<br>1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения, ПДУ, СКЗ, СИЗ;<br>1.5 Наличие токсикантов, ПДК, класс опасности, СКЗ, СИЗ;<br>2. Опасные факторы:<br>2.1 Электроопасность; класс электроопасности помещения, безопасные номиналы I, U, R <sub>заземления</sub> , СКЗ, СИЗ;<br>2.2 Пожароопасность, категория пожароопасности помещения, марки огнетушителей, их назначение и ограничение применения; Приведена схема эвакуации. |
| <b>2. Экологическая безопасность:</b>                                                                                          | Наличие промышленных отходов (бумага-черновики, вторцвет- и чермет, пластмасса,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         | перегоревшие люминесцентные лампы, оргтехника, разливы нефти) и способы их утилизации;                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>        | Рассмотрены 2 ситуации ЧС:<br>1) природная – сильные морозы зимой, (аварии на электро-, тепло-коммуникациях, водоканале, транспорте);<br>2) техногенная – несанкционированное проникновение посторонних на рабочее место (возможны проявления вандализма, диверсии, промышленного шпионажа), представлены мероприятия по обеспечению устойчивой работы производства в том и другом случае. |
| <b>4. Перечень нормативно-технической документации.</b> | ГОСТы, СНиПы, СанПиНы;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                             |               |
|-------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 26.02.2021 г. |
|-------------------------------------------------------------|---------------|

**Задание выдал консультант:**

| Должность     | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата          |
|---------------|---------------|------------------------|---------|---------------|
| Профессор ТПУ | Федорчук Ю.М. | д.т.н.                 |         | 23.05.2021 г. |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО             | Подпись | Дата          |
|--------|-----------------|---------|---------------|
| 1E71   | Ольховская Е.А. |         | 23.05.2021 г. |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 83 с., 8 рис., 20 табл., 19 источников, 1 прил.

Ключевые слова: план; ликвидация; чрезвычайная ситуация; авария; риск.

Предметом исследования является разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийного разлива нефти на объекте ПСН «Лугинецкое».

Цель работы – разработать мероприятия, направленные на предупреждение и ликвидацию последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса – пункте приема и сдачи нефти.

В процессе исследования проводились анализ литературных и научных статей, анализ основных причин развития аварий.

В результате исследования проведен анализ опасных факторов на данном объекте. Проведена оценка возникновения аварийных ситуаций. Исходя из этой оценки, был выявлен наихудший сценарий – это полное разрушение резервуара. Было построено дерево отказов в результате разгерметизации резервуара. Были рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при воспламенении нефти. Предложены мероприятия по предупреждению и ликвидации аварийного разлива нефти.

Область применения: нефтегазовые комплексы.

Значимость работы заключается в снижении риска возникновения аварийных ситуаций при возникновении ЧС.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АСФ-Аварийно-спасательное формирование;

АСУ ТП – Автоматизированная система управления технологическим процессом;

ДДС – Дежурно-диспетчерская служба

ДЭС – Дизельная электростанция;

ДНС – Дожимная насосная станция;

КИПиА – Контрольно-измерительные приборы и автоматика;

КЧС – Комиссия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;

НИИ – Научно-исследовательский институт;

НТИ – Научно-техническое исследование;

ПАЗ – Противоаварийная автоматическая защита;

ПСМ – Переключатель скважин многоходовой;

ПСН – Подготовка и сбор нефти;

ПБ – Пожарная безопасность;

РВС – Резервуар вертикальный;

РСЧС – Российская единая система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

ТВС – Топливо-воздушная смесь;

УПН – Установка подготовки нефти;

ЦПС – Центральный пункт сбора;

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

Штаб ГО и ЧС – Штаб по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям.

# СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РЕФЕРАТ.....                                                                                                                                  | 9  |
| ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....                                                                                                                 | 10 |
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                                                 | 13 |
| 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....                                                                                                                     | 15 |
| 1.1 Характеристика нефтегазового комплекса.....                                                                                               | 15 |
| 1.2 Основные характеристики нефти.....                                                                                                        | 16 |
| 1.3 Статистика аварийных ситуаций на нефтегазовом комплексе.....                                                                              | 17 |
| 2 Объект и методы исследования.....                                                                                                           | 19 |
| 2.1 Описание объекта.....                                                                                                                     | 19 |
| 2.2 Система сбора и подготовки нефти на месторождении.....                                                                                    | 20 |
| 2.3 Описание участка ПСН «Лугинецкое».....                                                                                                    | 24 |
| 2.4 Методы исследования разгерметизации резервуара.....                                                                                       | 25 |
| 3 Практическая часть.....                                                                                                                     | 26 |
| 3.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций на ПСН «Лугинецкое».....                                                      | 26 |
| 3.1.1 Классификация возможных опасностей на предприятиях нефтеперерабатывающего комплекса.....                                                | 26 |
| 3.1.2 Причины чрезвычайных ситуаций на объекте исследования.....                                                                              | 27 |
| 3.2 Выбор и обоснование метода оценки риска.....                                                                                              | 29 |
| 3.3 Моделирование типовых сценариев развития чрезвычайных ситуации.....                                                                       | 30 |
| 3.4 Расчет и аналитика.....                                                                                                                   | 34 |
| 3.4.1 Экспертная оценка факторов приводящих к ЧС.....                                                                                         | 34 |
| 3.4.2 Оценка пожаровзрывоопасности при разгерметизации резервуара с нефтью.....                                                               | 38 |
| 3.4.3 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара».....                                                  | 39 |
| 3.4.4. Расчет границ зон поражающих факторов при взрыве.....                                                                                  | 41 |
| 3.4.5 Расчет размеров возможного пожара и его потенциальной энергии.....                                                                      | 43 |
| 3.5 Разработка мероприятий по снижению риска возникновения аварийного разлива нефти.....                                                      | 44 |
| 4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....                                                                         | 47 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения..... | 47 |
| 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....                                                                                 | 47 |
| 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....                                                                                            | 47 |
| 4.1.3 SWOT-анализ.....                                                                                                                        | 49 |
| 4.2 Планирование научно-исследовательских работ.....                                                                                          | 51 |
| 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....                                                                                     | 51 |
| 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....                                                                                          | 52 |
| 4.3 Разработка графика проведения научного исследования.....                                                                                  | 53 |

|                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....                                                                             | 55 |
| 4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ.....                                                                                          | 55 |
| 4.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы .....                                                                            | 57 |
| 4.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы .....                                                                      | 58 |
| 4.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....                                                                 | 58 |
| 4.4.5 Накладные расходы .....                                                                                                      | 59 |
| 4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....                                                            | 59 |
| 4.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..... | 60 |
| 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....                                                                                                  | 62 |
| 5.1. Производственная безопасность .....                                                                                           | 62 |
| 5.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении .....                                                                        | 62 |
| 5.1.2. Превышение уровней шума .....                                                                                               | 64 |
| 5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений .....                                                                          | 65 |
| 5.1.4. Поражение электрическим током .....                                                                                         | 66 |
| 5.1.5 Освещенность .....                                                                                                           | 68 |
| 5.1.5 Пожарная опасность .....                                                                                                     | 72 |
| 5.2. Экологическая безопасность .....                                                                                              | 74 |
| 5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                                                                                    | 78 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                   | 81 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                                                                            | 82 |

## ВВЕДЕНИЕ

В наше время существует достаточно много крупных производственных компаний, которые сталкиваются с различными авариями в ходе своего функционирования. Нефтегазовое производство не является исключением в данном вопросе. Качественная и своевременная оценка риска позволяет принять меры и разработать мероприятия для предупреждения и ликвидации аварии.

Объектом исследования является пункт сбора и подготовки нефти «Лугинецкое», расположенный в Парабельском районе.

Актуальность данной темы заключается в том, что нефтегазовые предприятия, являются опасными производственными объектами, на котором существует риск возникновения аварий. Для эффективного реагирования при ЧС или для предотвращения аварии необходимо провести анализ технологических процессов, протекающих на этих предприятиях, а также нужно рассмотреть основные опасности и способы их предотвращения и ликвидации последствий.

Целью исследования является разработка мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса – пункте сбора и подготовки нефти.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи

- Изучить литературные данные о составе нефтегазового комплекса, представить анализ аварийных ситуаций на предприятии нефтегазового комплекса.
- Рассмотреть технологический процесс сбора и подготовки нефти.
- Определить источники опасности, причины аварий, поражающие факторы на объекте исследования.
- Смоделировать типовые сценарии развития чрезвычайной ситуации (построить дерево неисправностей, дерево событий).

- Произвести расчет параметров поражающих факторов при развитии ЧС.

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Характеристика нефтегазового комплекса

Нефтегазовый комплекс – это обобщенное название группы отраслей, занимающихся добычей, транспортировкой, переработкой, складированием и продажей нефти.

Добыча нефти очень долгий и сложный процесс, в который входит геологоразведка (это выявление перспективных территорий, где может произойти открытие месторождения) бурение скважин, очистка нефти, транспортировка, и многое другое. Существуют три способа добычи нефти, насосный, фонтанный и сланцевый способ. Самым известным способом добычи продукта является механический метод. Однако выбор технологии добычи зависит от характера территории, от величины пластовой энергии, а также геолого-технической характеристики скважины.

Важной частью нефтедобычи является транспортировка, это поставка необработанной нефти с пункта добычи до места пользования. В настоящее время есть несколько способов транспортировки нефтепродуктов. Например, с помощью автомобильного, морского, железнодорожного и трубопроводного транспорта.

Так же большую роль играет переработка нефти. Это достаточно сложный процесс, который требует специального оборудования. Не переработанная нефть практически вся проходит перегонку, из добытого сырья получают множество продуктов, например, бензин, мазут, авиационное топливо, битум, растворители, смазки и т.д. [1]

Переработка нефти включает следующие основные этапы:

- Подготовка нефти к переработке;
- Первичная переработка нефти;
- Вторичная переработка нефти;
- Очистка нефтепродуктов.

## 1.2 Основные характеристики нефти

Согласно ГОСТ 12.1.044-2018, нефть – жидкость способная гореть и самовозгораться. [2] Горючая жидкость – это жидкость, имеющая температуру вспышки ниже 61°C в закрытом тигле или 66°C в открытом тигле, относится к легковоспламеняющимся жидкостям.

Свойства нефти указаны в таблице 1. Входящие в состав нефтяных газов, углеводороды, оказывают на человека наркотическое воздействие. Пары менее летучих частей нефти определяют характер действия. Нефть, в которой содержится мало ароматических углеводородов, вызывает судороги и наркоз, при высоком содержании ароматических соединений человеку угрожает хроническое отравление с изменением состава крови. Температура самовоспламенения напрямую влияет на пожаровзрывоопасность вещества. В данном случае для нефти характерна температура 230–250°C, то есть необходимо соблюдать такие условия хранения, которые будут отвечать этому требованию, иначе вероятность возникновения ЧС сильно увеличивается. [1]

Таблица 1 - Свойства товарной нефти ПСН «Лугинецкое»

| Наименование параметра           | Параметр                                                                                    |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Содержание в нефти, % масс:      |                                                                                             |
| - парафинов                      | 2,57%                                                                                       |
| - асфальтенов                    | 1,99%                                                                                       |
| - смол силикагелевых             | 5,89%                                                                                       |
| - серы                           | 0,38%                                                                                       |
| Плотность при 20°C               | 849 кг/м <sup>3</sup>                                                                       |
| Кинематическая вязкость при 20°C | 7,844 мм <sup>2</sup> ·с                                                                    |
| Температура вспышки              | -20,5°C                                                                                     |
| Температура самовоспламенения    | 230–250°C                                                                                   |
| Реакционная способность          | Пары нефти могут образовывать взрывоопасные концентрации с окислителями (кислород воздуха). |

### **1.3 Статистика аварийных ситуаций на нефтегазовом комплексе**

Так как часто происходят аварии на нефтегазовых объектах, и характерных ситуаций множество, они подразделяются на:

- Выброс или пролив вещества без дальнейшего возгорания
- Пожар пролива
- Взрыв
- Разрушения технологического оборудования
- Образование ТВС
- Иные опасные ситуации

Высокий риск опасности в нашем мире окружает нас повсюду, и нефтегазовые комплексы не исключение. Даже несмотря на ужесточенные правила в сфере пожарной и промышленной опасности, на них фиксируется очень высокий риск аварийности. Чтобы уменьшить уровень данного риска необходимо качественное оборудование, а также низкое содержание сернистых соединений в нефтепродуктах.

Прежде чем разработать мероприятия по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций на нефтегазовых комплексах, необходимо определить источники их появления. С данной целью был проведен анализ следующих аварийных ситуаций:

- Пожары,
- Выбросы и проливы вредных веществ,
- Взрыв,

Объекты нефтегазового комплекса относятся к особо опасным и технически сложным объектам, согласно Федеральному закону Российской Федерации №116 [3], так как являются наиболее пожароопасными, потому что на данных объектах находятся большие объемы опасных веществ и соединений. В связи с этим крайне важно оценить частоту возникновения аварий, так как при разгерметизации оборудования на объектах по сбору и

подготовке нефти могут произойти взрывы и пожары. В свою очередь оценка определяется методом аналитического обзора ранее произошедших аварий. [4]

В таблице 2 представлены аварии в период с 2018-2020 год, в стране произошло 122 аварий. Наиболее чаще происходят аварии с выбросом и проливом газа и нефти, 54 выброса (44% от общего количества происшествий), 41 пожар (34%) и 27 взрывов (22%) [5].

Таблица 2 – Вид и количество чрезвычайных происшествий

| Год   | Вид и количество чрезвычайных происшествий |      |       |      |                |    | Всего |
|-------|--------------------------------------------|------|-------|------|----------------|----|-------|
|       | Пожар                                      | %    | Взрыв | %    | Выброс, пролив | %  |       |
| 2018  | 15                                         | 32,5 | 9     | 19,5 | 22             | 48 | 46    |
| 2019  | 20                                         | 36   | 13    | 24   | 22             | 40 | 55    |
| 2020  | 6                                          | 28   | 5     | 24   | 10             | 48 | 21    |
| Итого | 41                                         | 34   | 27    | 22   | 54             | 44 | 122   |

Помимо ЧС в России, ежегодно по всему миру происходит до 1500 аварий, 4 % которых, судя по статистике, сопровождаются массовой гибелью людей.

Данные по авариям на трубопроводах нефти и нефтепродуктов показаны на рисунке 1.

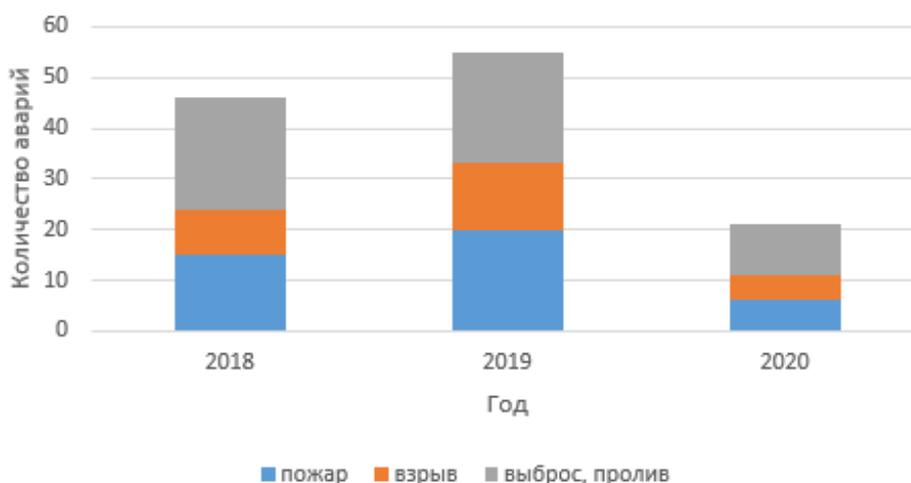


Рис.1. Диаграмма аварийных ситуаций по годам

Аварии на пунктах сбора и подготовки нефти создают опасность для людей, окружающей среды и влекут большие материальные потери. Поэтому

на примере объекта сбора и подготовки нефти проанализируем причины и факторы возникновения ЧС.

Пункт приема и выдачи нефти относится к первому классу опасности, так как на данном объекте используется горючая жидкость в количестве более 2000 тонн, что относится к первому классу опасности.

## **2 Объект и методы исследования**

### **2.1 Описание объекта**

Нефтегазовое предприятие, расположенное в Томской области Рис.2. Данный объект открылся в 1966 году, а промышленная эксплуатация началась с 1982 года. В этом же году стала осуществляться подача сырья через нефтепровод Александровское-Томск-Анжеро-Судженск. [6] На территории много болот, отметки рельефа варьируют в значениях 75-130м. В 80 км от комплекса находится населенный пункт – г. Кедровый. С помощью авиатранспорта, груз доставляют на пункт месторождения нефти, так же его доставляют по реке или по зимнику, а все это из-за того, что дороги к данному пункту отсутствуют. Так же в данной области существуют залежи глин и строительных песков, подходящих для строительных целей, глину используют для изготовления буровых глинистых растворов. Кроме того, на месторождение Лугинецкое нужно обеспечить существование для жизни людей и для этого используют строительный лес, который имеется сразу на месте.

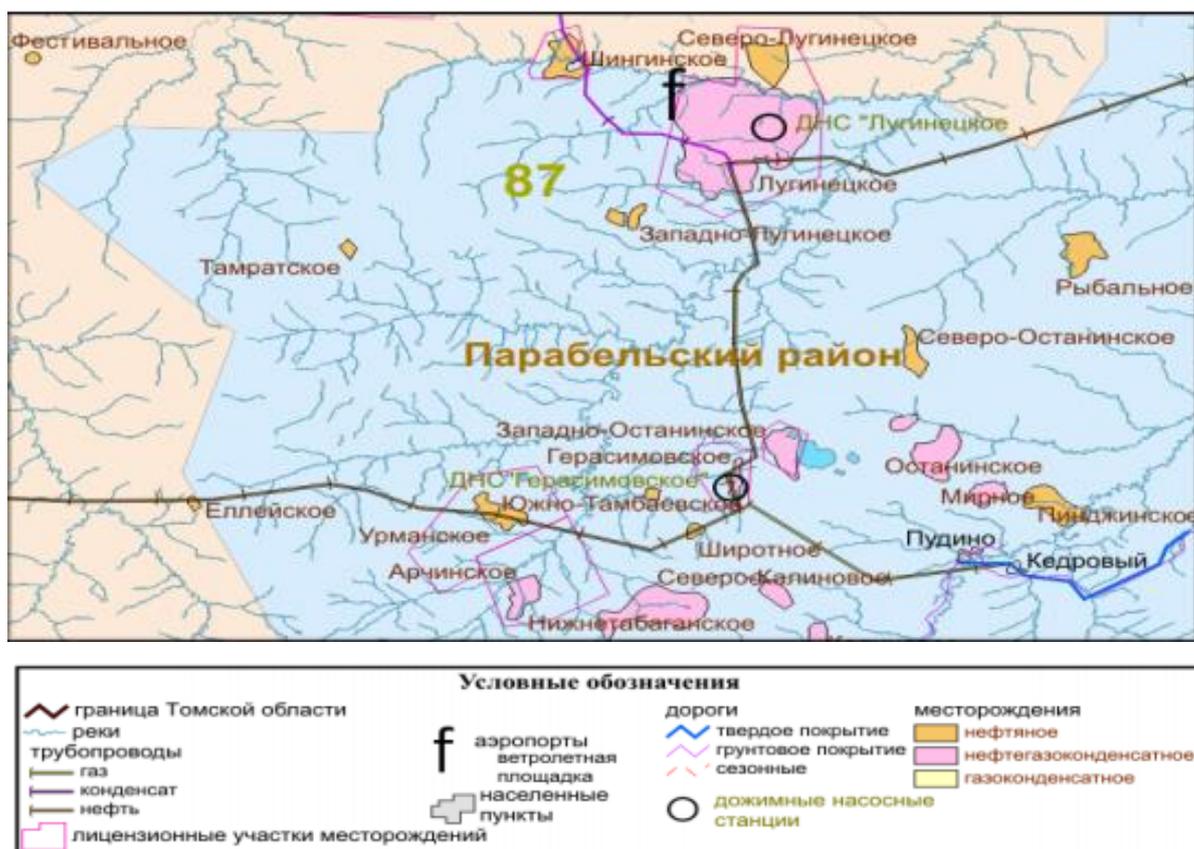


Рис 2- Расположение Лугинецкого месторождения

На данной территории континентальный климат, с достаточно долгой зимой и очень коротким летом. В зимний период температура воздуха доходит до минус 40-50 °С. Начинается зима с ноября и заканчивается приблизительно в марте – апреле. Объем оснеженного покрова довольно огромен и достигает примерно 1,5 м. Грунт промерзает на один или полтора метра. Самый теплый месяц лета – июль. Температура воздуха поднимается до плюс 35°С. Среднегодовое количество осадков 450-500 мм/год.

## 2.2 Система сбора и подготовки нефти на месторождении

Существуют системы оборудования, которые построены для сбора и транспортировки нефти из скважин до центрального пункта подготовки нефти. Из данного пункта нефть перенаправляют на завод переработки, газ на газоперерабатывающий завод, а добытые вместе с нефтью пластовые воды отправляются к нагнетательным скважинам.

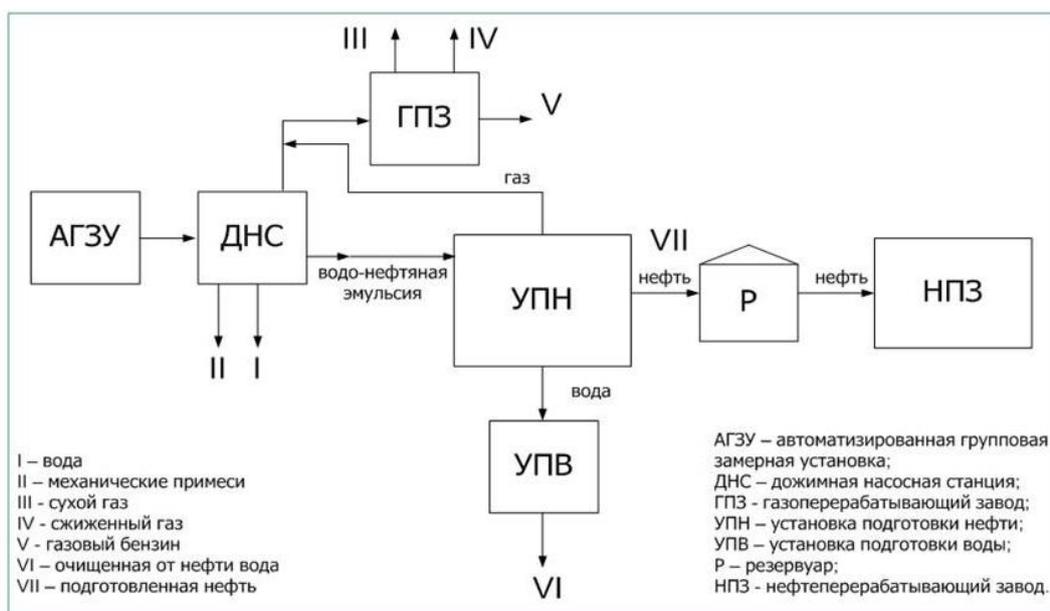


Рис 3-Общая схема сбора, транспорта и подготовки нефти

На Лугинецком месторождении используют два способа добычи нефти – это фонтанный и механизированный. При механическом способе происходит бурение скважин, далее на глубину залегания пласта устанавливается насосное оборудование, которое при помощи компрессора откачивает нефть. После этого продукты поступают в автоматизированную групповую замерную установку, задачами которой являются:

1. Определение прямым динамическим способом в периодическом режиме количества (расхода) непереработанной нефти, включая пластовую воду, и попутного нефтяного газа, добываемых из нефтегазовых скважин;
2. Фиксирование результатов измерений в необходимых единицах объема;
3. Обработка результатов и передача их в систему телемеханики нефтепромысла;
4. Формирование и отработка сигналов «авария», «блокировка» и передача информации о них на верхний уровень АСУ ТП нефтепромысла;
5. Управление режимами измерения расходов продукции нефтегазовых скважин по сигналам верхнего уровня АСУ ТП нефтепромысла.

Продукция скважин по трубопроводам, подключенным к установке, поступает в переключатель скважин многоходовой ПСМ. При помощи

переключателя ПСМ продукция одной из скважин направляется в сепаратор, а продукция остальных скважин направляется в общий трубопровод. В сепараторе происходит отделение газа от жидкости. Выделившийся газ поступает в общий трубопровод (через датчик расхода газа), а жидкость накапливается в нижней емкости сепаратора. С помощью регулятора расхода и заслонки, соединенной с поплавковым уровнемером, обеспечивается циклическое прохождение накопившейся жидкости через счетчик с постоянными скоростями. Это обеспечивает измерение дебита скважин в широком диапазоне. Управление переключением скважин осуществляется блоком управления по установленной программе или оператором.

Далее нефтепродукты по трубопроводу поступают в дожимно-насосную станцию, на данном пункте происходит разделение газа от нефти с целью дальнейшей раздельной транспортировки. Технологической схемой ДНС буферные емкости предназначены для:

- приема нефти в целях обеспечения равномерного поступления нефти к приему перекачивающих насосов;
- процесс разделения нефти от газа;
- поддержания постоянного подпора порядка 0,3 - 0,6 Мпа на приеме насосов.

После ДНС из одного пути выходит водно-нефтяная эмульсия попадает в пункт установки подготовки нефти. На данной установке совершается окончательная подготовка нефти, которая подразделяется на несколько пунктов:

- Дегазацию
- Обезвоживание
- Обессоливание
- Стабилизацию

Данный пункт необходим для снижения минимума нежелательных веществ в нефтепродуктах, для того чтобы увеличить срок обслуживания

нефтепроводов. Суть данной процедуры заключается в обезвоживании и обессоливании продукта.

Добытая нефть из скважин попадает в специальную установку, в которую подается горячая вода (в ней содержится деэмульгатор). Далее нефть частично отделяется от газа и воды. Следом происходит нагрев оставшейся нефти, и в специальном отстойнике она окончательно отделяется от остатков воды. Далее вливают пресную воду, которая позволяет избавиться нефти от соли.

После всех пройденных процедур нефть отправляют в вакуумный сепаратор, но, если количество вредных веществ превышает норму, ее направляют в электродегидратор.

После подготовки нефть теряет в объеме, что значительно уменьшает стоимость транспортировки. Поэтому данный этап необходим сразу после добычи энергоресурса. [7]

Далее из пункта УПН нефть идет в резервуары для хранения и после этого на нефтеперерабатывающий завод, а вода идет к установке подготовки воды.

По другому пути трубопровода из ДНС продукты газа поступают в газоперерабатывающий завод, из которого выходят сухой газ, сжиженный газ и газовый бензин.

Центральные пункты сбора, а также подготовки нефти, воды, газа, наряду с дожимными насосными станциями и компрессорными станциями относятся к опасным объектам. Поэтому при возведении и эксплуатации ЦПС на площади вырубают деревья, грунт перемешивают на большую глубину или же засыпают привезенным грунтом, а также уничтожается напочвенный покров. Это связано с тем, что порядка сорока процентов поверхности загрязняется химикатами, нефтепродуктами и минерализованными водами. Работающие факелы делают их пожароопасными для тех лесных массивов, которые находятся в непосредственной к ним близости. Шум оборудования, факела отпугивают диких животных, и тем самым происходит уменьшение их

численности и состава. А на тех центральных пунктах сбора нефти, где проводят горячие и концевые этапы сепарации с образованием газов с высокой жирностью создаются особые условия для их передачи до заводов, требующих подготовки с доведением до определенного уровня точки росы углеводородов. Далее нефть поступает в приемо-сдаточный пункт.[8]

### **2.3 Описание участка ПСН «Лугинецкое»**

Нефть поступает с Верхне-Салатского месторождения в пункт сбора и подготовки нефти. На приемо-сдаточных пунктах производится учет нефти

На данном участке находятся следующие объекты:

- резервуар товарной нефти  $V = 2000 \text{ м}^3$  - 2шт.;
- дренажные емкости  $V = 63 \text{ м}^3$  – 1 шт.,  $V = 12,5 \text{ м}^3$  – 4 шт.,  $V = 50 \text{ м}^3$  – 1 шт.,  $V = 3 \text{ м}^3$  – 1 шт.;
- емкости для дизтоплива  $V = 50 \text{ м}^3$  – 2 шт.;
- резервуара противопожарного запаса воды  $V = 500 \text{ м}^3$ ;
- ДЭС 200кВт;
- насосная обратного водоснабжения;
- насосная внешнего транспорта нефти;
- насосная водяного и пенного пожаротушения;
- электрощитовая;
- сети электроснабжения, КИПиА;
- модульная электрокательная с узлом нагрева
- технологические трубопроводы;
- установка подогрева нефти;
- трансформаторная подстанция 6/0,4 кВ;
- узел коммерческого учета нефти с ТПУ включает в себя:
  - блок фильтров;
  - два блока измерительных линий;
  - блок измерения параметров качества товарной нефти;
  - поверочную установку;

- установку для поверки компакт-прувера.

Данный пункт обеспечивает:

- отбор проб, определение качественных показателей нефтепродуктов;
- контроль технологической схемы перекачки, подготовки, сдачи нефти;
- инвентаризация нефти;
- круглосуточный учет количества нефти;
- контроль условий эксплуатации средств измерений и оборудования;
- контроль метрологических характеристик средств измерения;

На данном объекте при ликвидации ЧС будут привлекаться следующие органы управления РСЧС организации:

- штаб ликвидации ЧС из числа членов КЧС и ПБ, ДДС и штаба ГО и ЧС
- штаб сотрудников, которые участвуют в техническом обслуживании

данного пункта

Сторонние организации в соответствии с заключенными договорами:

- силы оперативного отряда АСФ НРФ ОАО «ЦАСЭО»
- силы ОПШТ «Лагерницкого».

## **2.4 Методы исследования разгерметизации резервуара**

В данной работе в качестве метода исследования был выбран вероятностный метод. Целесообразность его использования обусловлена возможностью моделирования всех инициирующих событий, приводящих к реализации ЧС. Также в работе используется метод экспертных оценок, поскольку.

При проведении анализа риска последовательно были выполнены такие этапы, как:

- Идентификация опасностей;
- Построение дерева событий;
- Применения экспертного метода для анализа вероятности воспламенения резервуара при разгерметизации;

-Выводы по результатам оценки риска, предложение мер по минимизации влияния факторов, приводящих к возникновению ЧС.

### **3 Практическая часть**

#### **3.1 Основные причины и факторы реализации чрезвычайных ситуаций на ПСН «Лугинецкое»**

##### **3.1.1 Классификация возможных опасностей на предприятиях нефтеперерабатывающего комплекса**

Опасных происшествий, которые способны повлечь за собой развитие аварий, в наше время чрезвычайно много, их можно условно поделить на 4 группы:

-Опасности, связанные с внешними воздействиями человека (акты саботажа, диверсии, и аварии)

-Техногенные опасности (угроза, связанная с деятельностью соседних объектов, на которых могут произойти производственные аварии)

-Экологические – это явления природных стихийных бедствий (смерч, ураган, грозовые разряды, тепловое воздействие солнечных лучей при длительном времени – все это может привести к разрушению оборудования. Так же нефтедобыча провоцирует сейсмические волны)

- Общеэксплуатационные опасности (отказы технологического оборудования, насосов и т.д., перебои в подаче сырья, инертного газа для технологических целей и приборов, отказ контрольно-измерительных приборов и автоматики).

Факторы, способствующие возникновению аварии:

- При наличии влаги происходит коррозионная активность веществ, которые создают опасность разгерметизации систем;

- При высоком давлении и температуре, возможны аварии из-за большого количества сварных соединений, значительных объемов веществ, которые создают дополнительную повышенную опасность выброса веществ;

- Наличие большого количества опасного вещества, находящиеся в особокрупногабаритных резервуарах, которые при разгерметизации могут привести к аварийному разливу нефти;

- Опасным источником является трубопровод, который имеет огромное количество сварочных деталей для соединения труб, также могут быть дефекты заводских деталей, внешние условия (высокое давление, перепады температуры окружающей среды) и существенно большие объемы веществ, перегоняемые по данным трубам. [9]

### **3.1.2 Причины чрезвычайных ситуаций на объекте исследования**

Причины чрезвычайных ситуаций из-за отказа оборудования и систем противоаварийной защиты объектов:

опасности, связанные с типовыми процессами;

физический износ,

брак сварки,

усталость металла;

механическое повреждение,

коррозия,

Причины аварий, связанных с внешними воздействиями экологического и техногенного характера:

Экологические бедствия (ураган, смерч, грозовые разряды и тд.)

Попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, случившихся на соседних объектах.

Причины аварий, связанных с ошибками персонала:

Несоблюдение правил охраны труда

Несоблюдение правил пожарной безопасности

Нарушение должностных инструкций

Бездействие и ошибки персонала в непредвиденной ситуации

Замедленное принятие решений персонала в нештатной ситуации

Использование оборудования и трубопроводов при нормах, выходящих за пределы технических условий

Повреждение систем автоматики и безопасности оборудования

неправильные действия водителей транспортных средств;

выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчинённых нарушать правила безопасности и охраны труда;

Данные факторы могут привести к чрезвычайно опасным ситуациям разных масштабов, например, к взрывам, к отказу оборудования, к разгерметизации оборудования; которые могут привести к экологическим и материальным проблемам.

Основными источниками ЧС(Н) на территории ПСН «Лугинецкое» являются аварии в результате разгерметизации емкостного оборудования для нефти.

На рисунке 4 изображены дефекты и повреждения РВС.

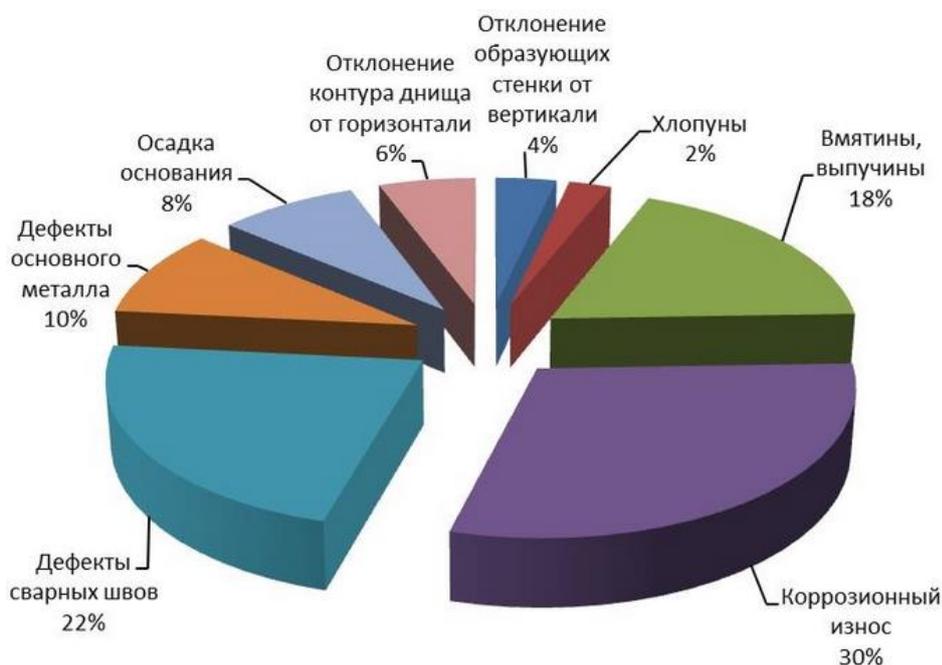


Рис 4- Дефекты и повреждения РВС

Основные возможные причины и факторы, способствующие возникновению и развитию ЧС на территории резервуарного парка ПСН «Лугинецкое»:

Таблица 3- Основные возможные причины и источники ЧС

| Источники ЧС                                                        | Возможные причины аварий                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Полное или частичное разрушение резервуара;                         | - взрыв резервуара при высоких концентрациях внутри резервуара; стихийные явления (землетрясение, смерч, ураган); коррозия; влияния внешних температурных изменений (понижение или повышения предельных значений) износ технологического оборудования ( в результате долгого использования) |
| Выход из строя оборудования, влекущее к разгерметизации резервуара. | ошибочные действия персонала, ошибки при ремонте, чистка, дефект оборудования                                                                                                                                                                                                               |
| Перелив нефти при заполнении резервуара                             | ошибочные действия персонала (не соблюдение режимов приема нефти)                                                                                                                                                                                                                           |

### 3.2 Выбор и обоснование метода оценки риска

Можно выделить три основных метода анализа и оценки риска, детерминистский, феноменологический и вероятностный метод.

1. Детерминистский метод. Данный метод предполагает изучение порядка этапов развития ЧС от начального события через последовательность предполагаемых стадий деформаций, до определенного конечного состояния системы. В данном методе используется математическое моделирование и сложные расчеты. Этот подход позволяет выявить наиболее важные факторы, которые оказывают влияние на протекание данного процесса. В данном подходе также имеются недостатки, такие как: возможность упущение каких-либо событий; финансовые затраты; трудность в построение модели.

2. Феноменологический метод. Метод базируется на установление возможности или невозможности развития ЧС, опираясь на результаты условий, связанные с реализацией законов природы. Получаемый результат являются надежным, только в том случае если исследуемые процессы и состояния позволяют определить состояние компонентов рассматриваемой

системы с достаточным запасом. Но является ненадёжным вблизи границ резкого изменения состояния систем и веществ.

3. Вероятностный метод. В данном методе можно провести оценку вероятности возникновения ЧС и расчет относительной вероятности различных путей. Для этого требуется провести анализ цепочек событий и отказов оборудования, выбрать математический аппарат и оценить полную вероятность ЧС. При этом, используемые для расчета математические модели можно упростить в отличие от детерминистских схем. В данном подходе тоже имеются недостатки, такие как: отсутствие статистики отказов оборудования; недостаточность информации; из-за упрощенных схем, снижение доверительных оценок риска.

Невзирая на вышеперечисленные недостатки вероятностного метода, данный подход является наиболее перспективным. В данной работе уместно применить вероятностный метод с использованием метода экспертных оценок. Плюс данного метода является возможность применения его к ситуациям, по которым отсутствуют статистические данные. В данном подходе специалисты, которые являются в данной области экспертами, производят экспертную оценку по соответствующей проблеме.

### **3.3 Моделирование типовых сценариев развития чрезвычайных ситуации**

Для проведения анализа развития ЧС на рассматриваемом объекте, необходимо построить вероятностную модель развития событий, приводящих к реализации ЧС.

С

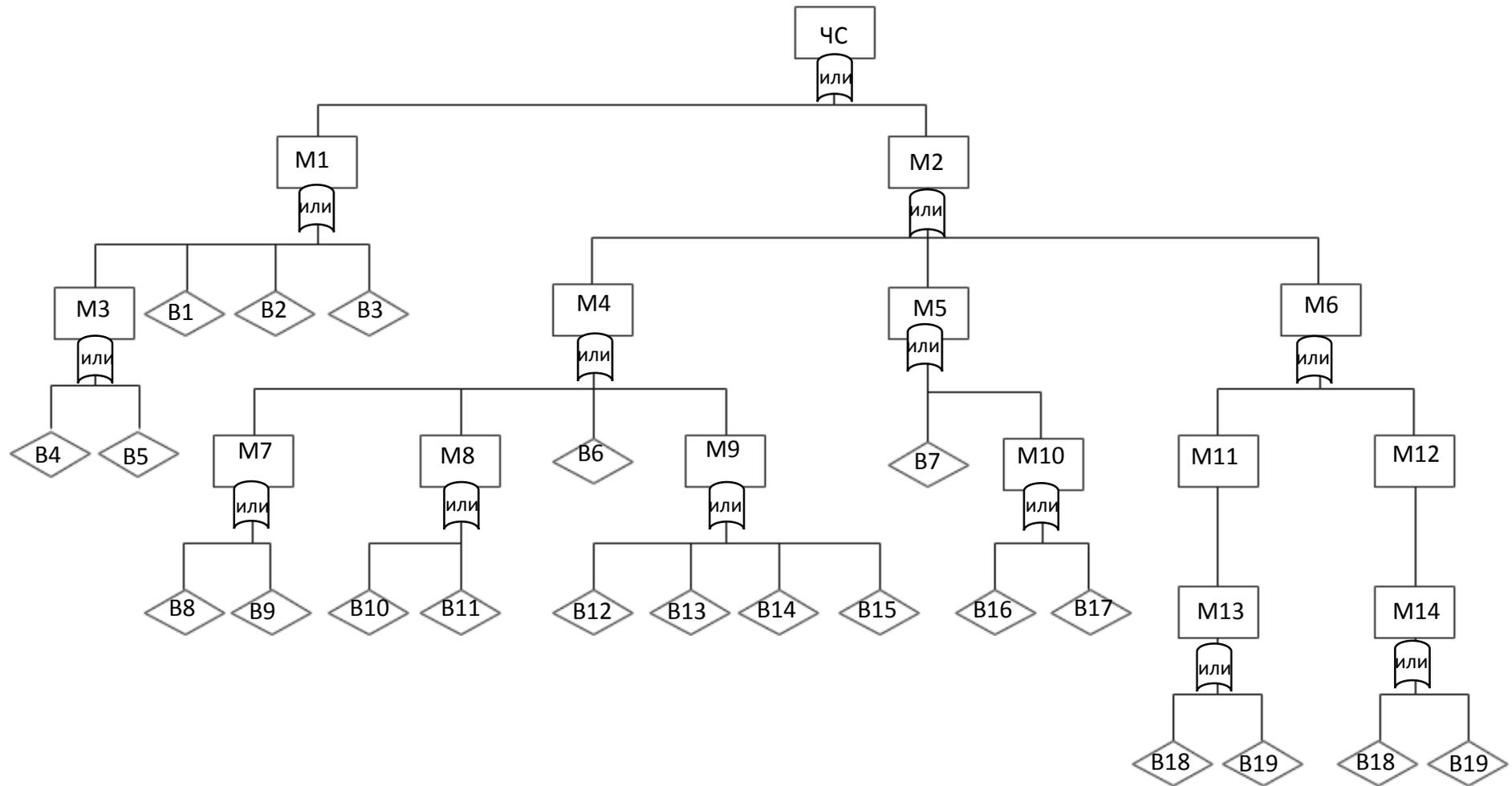


Рисунок .5. – Вероятностная модель возникновения ЧС

Таблица 4- Возможные события разгерметизации резервуара

| Обозначение | Наименование                                  |
|-------------|-----------------------------------------------|
| ЧС          | Разгерметизация резервуара                    |
| М1          | Происшествие природные характера              |
| М2          | Происшествие техногенные характера            |
| М3          | Подтопление территории                        |
| В4          | Ливневые дожди                                |
| В5          | Поднятие грунтовых вод                        |
| В1          | Молнии                                        |
| В2          | Пожары естественного происхождения            |
| В3          | Ураганы                                       |
| М4          | Механические повреждения                      |
| М7          | Дефекты металла                               |
| В8          | Нарушение технологии производства             |
| В9          | Коррозия                                      |
| М8          | Осадок основания                              |
| В10         | Крен                                          |
| В11         | Неравномерный по площади или периметру осадок |
| В6          | Природные факторы (ураган, молния и тд)       |
| М9          | Сварные дефекты                               |
| В12         | Использование некачественных электродов       |
| В13         | Непровары                                     |
| В14         | Шлаковые включения в металле и сварных швах   |
| В15         | Дефекты проката металла стенок резервуара     |
| М5          | Повышение давления                            |
| В7          | Переполнение резервуара                       |
| М10         | Отказ дыхательного клапана                    |
| В16         | Нарушение регламента проверки                 |
| В17         | Разрушение составных частей клапана           |

|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| M6  | Отказ фланцевого соединения     |
| M11 | Отказ прокладки                 |
| M12 | Отказ крепежных деталей         |
| M13 | Превышение расчетных параметров |
| M14 | Превышение расчетных параметров |
| V18 | Отказ предклапана               |
| V19 | Отказ системы ПАЗ               |

Наиболее опасными природными процессами для Томской области являются грозы, и ливни и сильные порыва ветра (ураганы), при которых возможен обрыв линий электропередач, разрушение кровли зданий, также разрушение оборудования и строений.

Так же на территории могут возникнуть техногенные аварии. Аварии, связанные с механическим повреждением резервуара, возможны по причине, дефекта металла. Он может возникнуть, из-за коррозии или нарушения технологии производства. Так же под нагрузкой резервуара, может произойти перемещение поверхности грунта под подошвой фундамента, что приведет к осадку основания резервуара. При монтаже резервуара могут образоваться дефекты сварки, чаще всего причинами дефектов являются непровары, шлаковые включения в металле и сварных швах, дефекты проката металла стенок, а также использование некачественных электродов.

Резервуар — это герметично закрываемый сосуд, наполняемый газообразными или жидкими веществами, в нашем случае нефтью. Следовательно, в нем может повышаться давление, в результате отказа дыхательного клапана или переполнение резервуара. Подобным же образом может произойти отказ фланцевого соединения из-за отказа прокладки и крепежных деталей.

### **3.4 Расчет и аналитика**

#### **3.4.1 Экспертная оценка факторов приводящих к ЧС**

Для дальнейшего анализа было принято решение о подробном рассмотрении схемы. Оценка вероятности реализации выявленных факторов, приводящих к ЧС, проводилась экспертным методом.

Данная часть исследования состоял из нескольких этапов:

1. создание опросных листов;
2. опрос экспертов;
3. обработка и графическое представление полученных результатов;
4. анализ полученных данных.

Предоставленные экспертам опросные листы № 1 представлен в приложении А.

В опросном листе №1 экспертам предлагалось оценить вероятность наступления каждого события или степень влияния каждого фактора на разгерметизацию резервуара.

Чтобы сосредоточить мнение экспертов по определенному вопросу максимально близко друг к другу, а также выделить наиболее вероятные события, используем пятибалльную шкалу, где:

1 балл – очень низкая, скорее всего не произойдет (вероятность наступления от 1 до 20%);

2 балла – низкая, маловероятно, что произойдет (вероятность наступления от 21 до 40%);

3 балла – средняя, вероятно, что произойдет (вероятность наступления от 41 до 60%);

4 балла – высокая, скорее всего, что произойдет (вероятность наступления от 61 до 80%);

5 баллов – очень высокая, произойдет раньше, чем ожидается (вероятность наступления свыше 80%).

Результаты, полученные при выполнении опросного анкетирования, представлены в таблице ниже.

Таблица 5 –Типичные инициирующие события

| №  | Событие                                                                                                    | Номер эксперта (1-6) |   |   |   |   |   | Ср. балл |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|---|---|---|---|----------|
|    |                                                                                                            | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |          |
| 1  | Разгерметизация резервуара из-за дефекта металла из-за коррозии                                            | 3                    | 2 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4,2      |
| 2  | Разгерметизация резервуара из-за осадки основания                                                          | 2                    | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2        |
| 3  | Разгерметизация резервуара из-за механических повреждений в результате природных факторов (ураган, молния) | 1                    | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1.6      |
| 4  | Разгерметизация резервуара из-за сварных дефектов (непровары)                                              | 3                    | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3.3      |
| 5  | Разгерметизация резервуара из-за использование некачественных электродов                                   | 3                    | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4        |
| 6  | Разгерметизация резервуара из-за шлаковые включения в металле и сварных швах                               | 1                    | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2.2      |
| 7  | Разгерметизация резервуара из-за дефекты проката металла стенок резервуара                                 | 1                    | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1.3      |
| 8  | Разгерметизация резервуара из-за повышенного давления в результате перелива резервуара                     | 3                    | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3.3      |
| 9  | Разгерметизация резервуара из-за отказа дыхательного клапана                                               | 2                    | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2        |
| 10 | Разгерметизация резервуара из-за отказа фланцевого соединения в результате отказа прокладки                | 3                    | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3.5      |
| 11 | Разгерметизация резервуара из-за отказа фланцевого соединения в результате отказа крепежных деталей        | 3                    | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3.7      |

Дальнейший анализ проводился при использовании программного пакета, предназначенного для проведения статистического анализа,

STATISTICA. Каждому событию был присвоен номер от 1 до 11, в соответствии с таблицей, представленной выше.

Был произведен расчет коэффициента конкордации Кендалла и был проведен тест Фридмана. Коэффициентом Кендалла является число, которое характеризует степень согласованности мнений экспертов, в пределах от 0 до 1. О повышенном уровне согласования экспертов показывает увеличенный коэффициент близкий по значению к 1.

Тест Фридмана позволяет судить о значимом различии между объектами.

Результаты анализа представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты теста Фридмана и расчета коэффициента конкордации для опросного листа №1

| Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (Spreadsheet1_(Recovered))              |              |              |      |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|------|----------|
| ANOVA Chi Sqr. (N = 6, df = 10) = 49,02128p = 0,00 (Результаты теста Фридмана)           |              |              |      |          |
| Coeff. of Concordance = 0,81702 Aver. rank r = 0,78043 (расчет коэффициента конкордации) |              |              |      |          |
|                                                                                          | Average Rank | Sum of Ranks | Mean | Std.Dev. |
| Событие 1                                                                                | 8,00         | 48           | 3,5  | 1,04     |
| Событие 2                                                                                | 3,66         | 22           | 2    |          |
| Событие 3                                                                                | 2,08         | 12,5         | 1,3  | 0,52     |
| Событие 4                                                                                | 7,92         | 47,5         | 3,3  | 0,52     |
| Событие 5                                                                                | 9,42         | 56,5         | 4    | 0,89     |
| Событие 6                                                                                | 4,42         | 26,5         | 2,2  | 0,75     |
| Событие 7                                                                                | 2,00         | 12           | 1,3  | 0,52     |
| Событие 8                                                                                | 7,83         | 47           | 3,3  | 0,52     |
| Событие 9                                                                                | 3,66         | 22           | 2    |          |
| Событие 10                                                                               | 8,33         | 50           | 3,5  | 0,55     |
| Событие 11                                                                               | 8,66         | 52           | 3,6  | 0,81     |

В проведенном анализе коэффициент конкордации равен 0,82, что свидетельствует от высокой степени согласованности мнений экспертов, а также о высокой степени надежности полученных оценок.

Таким образом, полученные значения средних рангов позволяют расположить события относительно друг друга.

2,00<2,08<3,66<4,42<7,83<7,92<8,00<8,33<8,66<9,42=> 7, 3, 2=9, 6, 8, 4, 1, 10,  
11, 5

Таким образом, в результате анализа можно представить следующим образом на графики

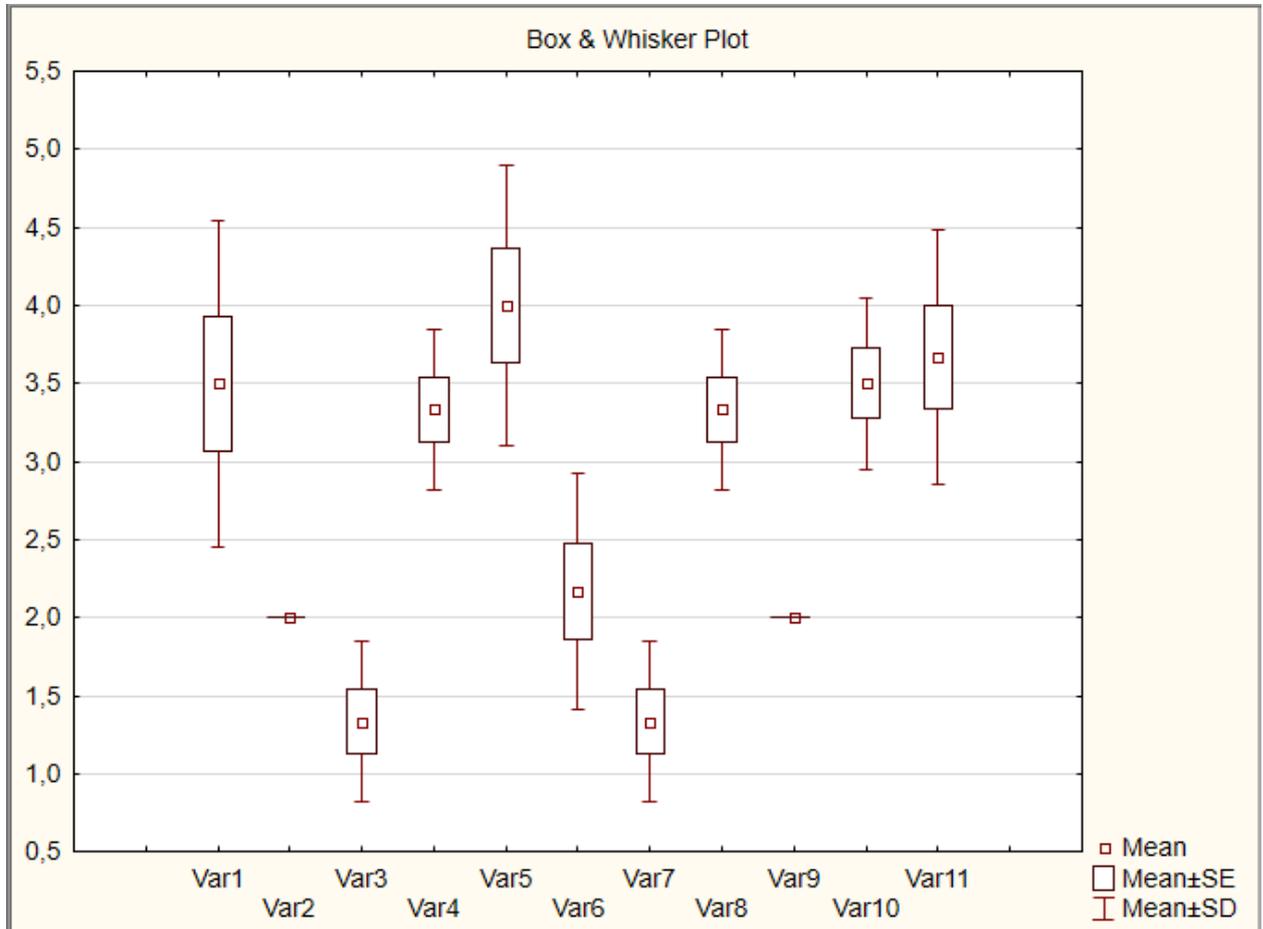


Рисунок 6 – Графическое представление результатов экспертной оценки

Исходя из графика, данные события можно поделить на три группы:

Наиболее вероятные: события 1, 4, 5, 8, 10, 11. Вероятнее всего разгерметизация резервуара произойдет из-за использования некачественных электродов, коррозии, а также из-за отказа фланцевого соединения.

Средняя вероятность: события 2, 6, 9. Разгерметизация резервуара произойдет из-за осадка основания либо отказа дыхательного клапана

Наименее вероятные: события 3, 7. Эксперты находят разгерметизацию резервуара от природных факторов и дефекта проката швов, наименее вероятными.

### 3.4.2 Оценка пожаровзрывоопасности при разгерметизации резервуара с нефтью

Оценка пожаровзрывоопасности позволит определить параметры поражающих факторов и оценить последствия от разрушения резервуара с нефтью. Методика расчета критериев пожарной опасности определена в ГОСТ Р 12.3.047-98 [10]



Сценарий 1

Рассчитаем максимальную массу разлива нефти,

$$m = V * \rho = 0,849 * 1900 = 1613\text{т} \quad (1)$$

где  $V$  – максимальный объем разлива нефти,  $2000 \text{ м}^3$ ;

$\rho$  – плотность нефти,  $0,849 \text{ т/м}^3$

Так как резервуары наполняются на 95%, в целях исключения разлива нефти, то максимальный объем разлива нефти будет равен  $1900\text{м}^3$

Поскольку в аварии участвуют два резервуара, одинаковые по объему и массе заполнения нефти. То максимальная масса разлива нефти для двух резервуаров будет равна  $m = 3226 \text{ т}$ .

### 3.4.3 Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара»

При образовании «Огненных шаров» происходят тяжелые последствия. Они вызывают вторичные пожары, так как интенсивность теплового излучения высока.

1. Расчет интенсивности теплового излучения «огненного шара»  $q$ , кВт/м<sup>2</sup>, проводят по формуле:

$$q = E_f * F_q * \tau \quad (2)$$

где  $E_f$  – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт/м<sup>2</sup>;

$F_q$  – угловой коэффициент облученности;  $\tau$  – коэффициент пропускания атмосферы.

2. Значение  $E_f$  – принимается на основе имеющихся экспериментальных данных, указанные данные приведены в таблице 2.2.1

При отсутствии данных для нефти допускается величину  $E_f$  (кВт/м<sup>2</sup>) определять по формуле:

$$E_f = 140e^{-0.12d} + 20 * (1 - e^{-0.12d}) \quad (3)$$

Где  $d$  – эффективный диаметр пролива, м.

Вычисляют эффективный диаметр пролива  $d$ , по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (4)$$

Где  $F$  – площадь пролива, м<sup>2</sup>. В нашем случае максимальную площадь пролива будет равно площади обвалования территории.  $F=1555\text{ м}^2$

3.  $F_q$  – рассчитывают по формуле:

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4[(\frac{H}{D_s} + 0,5)^2 + (\frac{r}{D_s})^2]^{1,5}} \quad (5)$$

где  $H$  – высота центра «огненного шара», м;

$D_s$  – эффективный диаметр «огненного шара», м;

$r$  – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», 300 м. То есть расстояние от резервуара до ближайших зданий, не входящих в ПСН «Лугинецкое».

$d$  – диаметр резервуара.  $d=15.19$  м.

4. Эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$  рассчитывают по формуле:

$$D_s = 5.33m^{0.327} \quad (6)$$

где  $m$  – масса горючего вещества, 3226000 кг

5.  $H$  определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать  $H$  равной  $D_s / 2$ .

6. Время существования «огненного шара»  $t_s$ , с, рассчитывают по формуле:

$$t_s = 0.92m^{0.303} \quad (7)$$

7. Коэффициент пропускания атмосферы  $\tau$  рассчитывают по формуле:

$$\tau = \exp[-7.0 * 10^{-4}(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2})] \quad (8)$$

1. Определяем эффективный диаметр «огненного шара»  $D_s$ :

$$D_s = 5.33 * 322600^{0.327} = 716,2 \text{ м.}$$

$n$  – скорость выгорания 144 кг / м<sup>2</sup> \* ч

2.  $H$  определяют в ходе специальных исследований. Допускается принимать  $H$  равной  $D_s / 2$ . Следовательно,  $H = \frac{716,2}{2} = 358.1$  м, находим угловой коэффициент облученности  $F_q$ :

$$F_q = \frac{\frac{H}{D_s} + 0,5}{4[(\frac{H}{D_s} + 0,5)^2 + (\frac{r}{D_s})^2]^{1,5}} = \frac{\frac{358,1}{716,2} + 0,5}{4[(\frac{358,1}{716,2} + 0,5)^2 + (\frac{300}{716,2})^2]^{1,5}} = 0.196$$

3. Находим коэффициент пропускания атмосферы  $\tau$ :

$$\tau = \exp[-7.0 * 10^{-4}(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2})] = \exp[-7.0 * 10^{-4}(\sqrt{300^2 + 358,1^2} - \frac{716,2}{2})] = 0,9265$$

4. Находим  $E_f$ ,

$$E_f = 140e^{-0.12d} + 20 * (1 - e^{-0.12d}) = 20,57$$

Где  $d$  – эффективный диаметр пролива, м.

Вычисляют эффективный диаметр пролива  $d$ , по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 44,5$$

5. находим интенсивность теплового излучения  $q$ :

$$q = E_f * F_q * \tau = 20,574 * 0,196 * 0,9265 = 3,73 \text{ кВт/м}^2$$

6. Определяем время существования «огненного шара»  $t_s$  :

$$t_s = 0.92m^{0.303} = 0,92 * 3226000^{0.303} = 86,3 \text{ с.}$$

Значение интенсивности излучения «Огненного шара» составляет 3,73 кВт/м<sup>2</sup> , при такой величине человек в брезентовой одежде может находиться в безопасности.

#### 3.4.4. Расчет границ зон поражающих факторов при взрыве

Основными параметрами волны давления при сгорании горючего вещества в открытом пространстве являются избыточное давление и импульс волны давления. При большой величине избыточного давления возможно повреждение находящихся поблизости оборудования и других зданий.

Избыточное давление  $\Delta p$ , кПа, развиваемое при сгорании, рассчитывают по формуле:

$$\Delta p = p_0 \left( \frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right) \quad (9)$$

где  $p_0$  – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101 кПа);

$r$  – расстояние от геометрического центра облака до ближайшего аналогичного участка, м;

$m_{\text{пр}}$  – приведенная масса, кг, рассчитанная по формуле:

$$m_{\text{пр}} = \left( \frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \right) m_{\text{г,п}} Z \quad (10)$$

где  $Q_{\text{сг}}$  – удельная теплота сгорания газа или пара,  $4,6 \cdot 10^7$  Дж/кг;

$Z$  – коэффициент участия, который допускается принимать равным 0,1;

$Q_0$  – константа, равная  $4,52 \cdot 10^6$  Дж/кг;

$m_{г,п}$  – масса горючих газов и (или) паров, поступивших в результате аварии в окружающее пространство, кг.

Импульс волны давления  $i$ , Па · с, рассчитывают по формуле:

$$i = 123 * \frac{m_{пп}^{0.66}}{r} \quad (11)$$

1. Находим приведенную массу  $m_{пп}$  по формуле:

$$m_{пп} = \left( \frac{Q_{сг}}{Q_0} \right) m_{г,п} Z = m_{пп} = \left( \frac{4,6 * 10^7}{4,52 * 10^6} \right) * 3226000 * 0,1 = 3283097,3 \text{ кг}$$

2. Находим избыточное давление  $\Delta p$  по формуле:

$$\begin{aligned} \Delta p &= p_0 \left( \frac{0,8 m_{пп}^{0.33}}{r} + \frac{3 m_{пп}^{0.66}}{r^2} + \frac{5 m_{пп}}{r^3} \right) = \\ &= 101 \text{ кПа} \left( \frac{0,8 * 3283097,3^{0.33}}{300} + \frac{3 * 3283097,3^{0.66}}{300^2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{5 * 3283097,3}{300^3} \right) = 166,8 \text{ кПа} \end{aligned}$$

Так же рассчитаем избыточное давление с радиусом 1500м.

$$\begin{aligned} \Delta p &= p_0 \left( \frac{0,8 m_{пп}^{0.33}}{r} + \frac{3 m_{пп}^{0.66}}{r^2} + \frac{5 m_{пп}}{r^3} \right) = \\ &= 101 \text{ кПа} \left( \frac{0,8 * 3283097,3^{0.33}}{4300} + \frac{3 * 3283097,3^{0.66}}{4300^2} \right. \\ &\quad \left. + \frac{5 * 3283097,3}{4300^3} \right) = 3 \text{ кПа} \end{aligned}$$

3. Находим импульс волны давления  $i$  по формуле:

$$i = 123 * \frac{3226000^{0.66}}{300} = 81003 \text{ Па} * \text{с}$$

### 3.4.5 Расчет размеров возможного пожара и его потенциальной энергии

Размер пожара и его потенциальную энергию определяют на основе учета особенностей газа, технологического оборудования и его конструктивного исполнения.

1. Площадь возможного пожара  $F_{\text{пож}}$  определяют по формуле:

$$F_{\text{пож}} = \pi * (V_{\text{л}} * \tau_{\text{р}})^2 \quad (12)$$

где  $V_{\text{л}}$  – линейная скорость распространения пламени, м/с (принимаем 0,12 м/с);

$\tau_{\text{р}}$  – расчетное время развития пожара, с.

Тогда диаметр пожара

$$d = \sqrt{\frac{4 * F_{\text{пож}}}{\pi}} = 44,5 \quad (13)$$

Площадь пожара будет равна площади обвалованной территории.  
1555м<sup>2</sup>

2. Высота пламени  $h$ , м, рассчитывается по формуле:

$$h = 42 * d * \left( \frac{m}{\rho_{\text{в}} * \sqrt{g * d}} \right)^{0,61} \quad (14)$$

$m$  – удельная массовая скорость выгорания, 0,04 кг/(м<sup>2</sup> · с);

$\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup> (равна 1,2);

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup> ;

$$h = 42 * d * \left( \frac{m}{\rho_{\text{в}} * \sqrt{g * d}} \right)^{0,61} = 42 * 44,5 * \left( \frac{0,04}{1,2 * \sqrt{9,8 * 44,5}} \right)^{0,61} = 36,8 \text{ м.}$$

3, Продолжительность пожара  $\tau$  рассчитывают исходя из условия, что пролив горит без условия тушения:

$$\tau = \frac{N}{n} \quad (15)$$

где  $N$  – количество горючего вещества, кг;

$n$  – скорость выгорания, кг/(м<sup>2</sup> \* ч) (равна 144).

$$\tau = \frac{N}{n} = \frac{3226000}{144} = 22402,7 \text{ с} = 6,2 \text{ ч}$$

4. Потенциальная энергия пожара  $E_{\text{пож}}$  вычисляется по формуле:

$$E_{\text{пож}} = G_{\text{н}} * Q * K \quad (16)$$

где  $G_H$  – масса сгораемого вещества, кг;

$Q$  – теплота сгорания нефти, кДж/кг ( $44 \cdot 10^6$  Дж/кг);

$K$  – коэффициент недожога 0.005.

$$E_{\text{пож}} = G_H * Q * K = 3226000 * 44 * 10^6 * 0,005 = 709720 * 10^6 \text{ Дж.}$$

В данном разделе рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при сгорании нефти. Интенсивность теплового излучения 3,73 кВт/м<sup>2</sup>, что допустимо для человека в брезентовой одежде. Так же характер повреждения элементов зданий безопасен для деревянных и металлических конструкций. Но при избыточном давлении 166кПа зона действия ударной волны для сооружения имеет степень полного разрушения зданий, и повлечет серьезные повреждения или летальный исход для персонала. Для человека безопасное избыточное давление является от 3 кПа. Следовательно, при радиусе поражения 4600 м избыточное давление равно 3 кПа, что является безопасной зоной для человека.

### **3.5 Разработка мероприятий по снижению риска возникновения аварийного разлива нефти**

По мнению экспертов, наиболее вероятные события возникновения чрезвычайной ситуации, при разгерметизации резервуара, является коррозия, отказ фланцевого соединения и использование некачественных электродов при сварке швов. По причине разгерметизации следует ряд последующих событий, таких как воспламенение, пожар, взрыв и тд. Проанализировав нормативно-правовые акты в области промышленной безопасности, следует дать рекомендации по предупреждению и ликвидации последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса.

- Использовать оборудование тепловизионного контроля для выявления нагретых поверхностей и составных частей резервуара (фланцевые соединители, клапана и тд.). Промышленные тепловизоры позволяют измерять температуру поверхности. Система способна осуществлять непрерывный температурный мониторинг, а также оповещать о

превышении параметров по разработанному плану. Преимущества оборудования заключаются в высокой температурной чувствительности от 0,03, наличие индивидуальной настраиваемой зоны контроля, наличие высокого разрешения, а также исполнение высокой степени взрывозащиты.

- Внедрение композитных комплексов, используемых для проведения ремонтных работ. INTRA KPM-C™ и INTRA KPM-U™ - это материалы из стекловолокна двунаправленного плетения. Данный материал позволяет уменьшить количество затрат на реконструкцию резервуара и время, которое затрачивается на его ремонт. Преимущество данного материала заключается в высокой скорости нанесения и быстрого затвердевания, возможностью исключения огневых работ, а также возможностью нанесения на поверхности любой формы, устойчивостью к химически агрессивным средам, температурной устойчивостью до 250 °С
- Проверка технической исправности сварочного оборудования перед каждым использованием в ремонтных работах. Проверка оборудования проводится каждый раз перед началом проведения ремонтных работ, она производится для предотвращения некачественных сварных соединений на резервуаре.
- При разливе нефти высока вероятность ее распространения по территории пункта, а также возможно распространение пожара при возгорании нефти. Для предотвращения выше указанных последствий можно предложить создание траншеи.
- Введение раствора летучего ингибитора VpCL. Данный раствор на основе аминных солей и карбоксилатов позволяет замедлять процесс коррозии резервуаров, находящихся в эксплуатации. Данный раствор вводится под днище резервуара через 8 перфорированных труб, равномерно распределенных по площади резервуара, что обеспечивает наиболее полное введение раствора

- Повышение уровня культуры безопасности на предприятии. (Отношение персонала к безопасному производству, можно задействовать механизм материальной или нематериальной мотивации рабочих)

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

### **РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

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

##### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Особо важным этапом в процессе добычи и транспортировки нефти является предварительная подготовка нефти и ее переработка на Лугинецком месторождении, где нефтесодержащая смесь проходит очистку от механических примесей, обессоливание и обезвоживание. Производство нефти является ресурсозатратным производством, а необходимость проведения исследования по оценке риска чрезвычайных ситуаций вызвана принадлежностью данного вида производства к разряду опасного производственного объекта (ФЗ №116 от 21.07.1997 г.) и обуславливается высокой стоимостью восстановления объектов технологической площадки при возникновении аварии.

Целью данного исследования является обеспечение безопасности и разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийного разлива нефти. Потенциальными потребителями проведенного исследования является отдел промышленной безопасности нефтеперерабатывающей компании.

##### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

С помощью анализа конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, возможно, провести оценку эффективности научной разработки и определить ее направление для будущего развития. В таблице 7 приведена оценочная карта конкурентных технических решений для выполнения расчета риска ЧС.

Сравнение осуществляется для двух методик – методики расчета пожарного риска вручную и методики расчета с использованием специализированного программного продукта.

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработки)

| Критерии оценки                                                  | Вес критерия | Баллы |     | Конкурентоспособность |                 |
|------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-----|-----------------------|-----------------|
|                                                                  |              | Бруч  | Бпр | К <sub>руч</sub>      | К <sub>пр</sub> |
| 1                                                                | 2            | 3     | 4   | 5                     | 6               |
| <b>Критерии оценки эффективности применения методики расчета</b> |              |       |     |                       |                 |
| 1.Спрос методики расчета                                         | 0,1          | 3     | 4   | 0,3                   | 0,4             |
| 2.Удобство в эксплуатации методик                                | 0,12         | 4     | 5   | 0,48                  | 0,6             |
| 3.Точность в расчетах                                            | 0,08         | 4     | 5   | 0,32                  | 0,4             |
| 4.Возможности расчета по методике                                | 0,06         | 5     | 5   | 0,3                   | 0,3             |
| 5.Универсальность метода расчета                                 | 0,08         | 5     | 4   | 0,4                   | 0,32            |
| 6.Эффективность расчета                                          | 0,1          | 3     | 4   | 0,3                   | 0,4             |
| 7.Погрешность в расчетах                                         | 0,2          | 3     | 3   | 0,6                   | 0,6             |
| 8.Эксплуатация на конкретном предприятии                         | 0,1          | 2     | 5   | 0,2                   | 0,5             |
| 9.Требовательность к полноте исходных данных                     | 0,3          | 5     | 5   | 1,5                   | 1,5             |
| <b>Итого</b>                                                     | 1            | 34    | 4   | 4,4                   | 5,02            |

где сокращения: Бруч – методика расчета, выполняемая вручную; Бпр – методика расчета риска с использованием специализированного программного продукта. Конкурентные технические решения определяются

по формуле:  $\sum B_i \cdot B_i$ , (1) где, К – конкурентоспособность разработки;  $B_i$  – вес показателя (выражается в долях единицы);  $B_i$  – балл  $i$ -го показателя. 50  
 Вывод: конкурентоспособность метода расчета пожарного риска вручную оценена в 4,4 балла, конкурентоспособность метода расчета пожарного риска с использованием специализированного программного продукта – в 5,02 балла.

Численные оценки показывают, что метод расчета с использованием специализированного программного продукта является наиболее эффективным методом для расчета риска ЧС для площадки нефтепереработки.

#### 4.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках третьего этапа лежит составление итоговой матрицы SWOT-анализа. Результаты учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках исследования.

Таблица 8 – SWOT-анализ

|  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                      |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Сильные стороны научноисследовательского проекта:</b><br/>                 С1. Актуальность проекта.<br/>                 С2. Наличие достоверной информации.</p> | <p><b>Слабые стороны научноисследовательского проекта:</b><br/>                 Сл1. Отсутствие опыта в этой сфере исследования.<br/>                 Сл2. Отсутствие бюджетного</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         |                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                           | <p>С3. Использование современных методов исследования и оценки.</p> <p>С4. Выполнение требований законодательства.</p> <p>С5. Экологичность проекта</p> | <p>финансирования.</p> <p>Сл.3. Трудоемкость исследования</p> <p>Сл.4. Высокие затраты времени</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование по отношению к любому опасному объекту.</p> <p>В2. Уменьшение затрат в результате ЧС</p> <p>В3. Рост потребности в оценке безопасности.</p> <p>В4. Понижение риска ЧС</p> | <p>В1С1С2С3С4С5С6,<br/>В2С1С2С3С4С5С6,<br/>В3С1С2С3С4С5,<br/>В4С1С2С3С4.</p>                                                                            | <p>В3Сл3Сл4.</p>                                                                                   |
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса.</p> <p>У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p> <p>У3. Возможность изменения методики оценки устойчивости объекта</p>  | <p>У4С1С3С4С5С6С7</p>                                                                                                                                   | <p>У1Сл2, У2Сл1Сл3Сл4,<br/>У3Сл2, У4Сл1Сл3Сл4.</p>                                                 |

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках НИ.

## 4.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном пункте необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| <b>Основные этапы</b>                     | <b>№ работы</b> | <b>Содержание работ</b>                                                                             | <b>Должность исполнителя</b> |
|-------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Разработка технического задания           | 1               | Составление и утверждение темы<br>ВКР                                                               | Руководитель                 |
|                                           | 2               | Календарное планирование ВКР                                                                        | Студент                      |
| Выбор направления исследования            | 3               | Подбор материала по теме ВКР                                                                        | Студент                      |
| Теоретические исследования                | 4               | Изучение литературы по теме ВКР                                                                     | Студент                      |
|                                           | 5               | Написание теоретической части ВКР                                                                   | Руководитель, студент        |
|                                           | 6               | Расчет риска ЧС на установке предварительной подготовки нефти                                       | Студент                      |
|                                           | 7               | Создание схемы управления производственной безопасностью с учетом опасных производственных ситуаций | Студент                      |
| Обобщение и оценка полученных результатов | 8               | Оценка и анализ полученных результатов                                                              | Руководитель, студент        |
| Оценка полученных результатов             | 9               | Анализ полученных результатов                                                                       | Руководитель, студент        |
|                                           | 10              | Подведение итогов                                                                                   | Студент                      |

|  |    |                                   |         |
|--|----|-----------------------------------|---------|
|  | 11 | Оформление итогового варианта ВКР | Студент |
|--|----|-----------------------------------|---------|

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости тож<sub>i</sub> используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5} \quad (17)$$

где тож<sub>i</sub> – ожидаемая трудоемкость выполнения *i*-ой работы, чел.-дн.;  $t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной *i*-ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{maxі}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной *i*-ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, т.к. удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (18)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.; тож<sub>i</sub> – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

### 4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (19)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} \quad (20)$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

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

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

Таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,5$$

Таблица 10 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы                | Трудоемкость работ        |                            |                          | Исполнители  | Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$ | Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$ |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                | $t_{\text{мин}i}$ , челдн | $t_{\text{макс}i}$ , челдн | $t_{\text{ож}i}$ , челдн |              |                                            |                                                |
| Составление и утверждение темы | 3                         | 7                          | 4,6                      | Руководитель | 4,6                                        | 6,9                                            |

|                                                    |    |    |     |                       |     |      |
|----------------------------------------------------|----|----|-----|-----------------------|-----|------|
| проекта                                            |    |    |     |                       |     |      |
| Выдача задания по тематике НИ                      | 2  | 5  | 3,2 | Студент               | 3,2 | 4,8  |
| Постановка задачи                                  | 5  | 10 | 7   | Студент               | 21  | 31,5 |
| Определение стадий, этапов и сроков разработки НИ  | 2  | 5  | 3,2 | Руководитель, студент | 1,6 | 1,95 |
| Изучение литературы по теме                        | 20 | 30 | 24  | Студент               | 24  | 36   |
| Сбор материалов и анализ существующих методик      | 15 | 25 | 19  | Студент               | 19  | 28,5 |
| Анализ конкурентных методик                        | 10 | 15 | 12  | Студент               | 12  | 18   |
| Выбор наиболее подходящей и перспективной методики | 10 | 15 | 12  | Руководитель, студент | 6   | 9    |
| Оценка эффективности полученных результатов        | 5  | 10 | 7   | Руководитель, студент | 3,5 | 5,25 |
| Анализ результатов                                 | 2  | 5  | 3,2 | Студент               | 3,2 | 4,8  |

На основании таблицы 10 строим календарный план-график 3.6.

Календарный план-график приведен в Приложении А.

#### 4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

##### 4.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_{M=(1+k_T)*\sum_{i=1}^m C_i*N_{расхi}} \quad (21)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, используемых при выполнении научного исследования;  $N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м2 и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м2 и т.д.);  $k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 11 – Материальные затраты

| Наименование                       | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (ЗМ), руб. |
|------------------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------|
| Бумага                             | лист              | 200        | 2,5               | 600                              |
| Краска для принтерных картриджей   | шт.               | 1          | 1250              | 1500                             |
| Интернет                           | мес.              | 3          | 350               | 1260                             |
| Книги с дополнительной литературой | шт.               | 1          | 450               | 540                              |
| Ручки                              | шт.               | 1          | 80                | 96                               |
| Тетради                            | шт.               | 1          | 100               | 120                              |
| <b>Итого</b>                       |                   |            |                   | <b>4116</b>                      |

Стоимость программного обеспечения (ПО), используемого при выполнении данной научно-исследовательской работы, учитывается в

калькуляции в виде амортизационных отчислений. Определить годовую величину амортизационных отчислений методом уменьшаемого остатка можно так:

$$K = \left(\frac{1}{n}\right) * 100\% \quad (22)$$

где К – годовая величина амортизационных отчислений; n – срок эксплуатации в годах.

Размер ежемесячных расходов будущих периодов в течение 3-х лет эксплуатации ПО:

$$A = \frac{C * K}{12} \quad (23)$$

где А – размер ежемесячных расходов будущих периодов; С – первичная стоимость имущества.

Для оборудования нужно рассчитать величину годовой амортизации по следующей формуле 24:

$$A_{\text{год}} = \frac{C_{\text{перв}}}{T_{\text{пи}}} \quad (24)$$

где Сперв– первоначальная стоимость, руб;

Тпи– время полезного использования, год.

Все расчеты по приобретению спецоборудования и оборудования, имеющегося в организации, но используемого для каждого исполнения конкретной темы, сводятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Затраты на оборудование для научно-экспериментальных работ

| № п/п | Наименование оборудования | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, руб. | Сумма амортизационных отчислений,руб. |
|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1     | Ноутбук Asus              | 1                          | 60000                           | 1000                                  |
| Итого |                           | 1                          | 60000                           | 1000                                  |

#### 4.4.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент.

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} , \quad (25)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p , \quad (26)$$

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле :

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} , \quad (27)$$

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

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года ( $M=10,4$  месяца, бдневная неделя);  $F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Таблица 13 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                            | Руководитель | Бакалавр |
|--------------------------------------------------------|--------------|----------|
| Календарные дни                                        | 365          | 365      |
| Количество нерабочих дней (выходные и праздничные дни) | 118          | 118      |
| Потери рабочего времени (отпуск, невыходы по болезни)  | 92           | 92       |

|                                                    |     |     |
|----------------------------------------------------|-----|-----|
| Действительный<br>годовой фонд рабочего<br>времени | 155 | 155 |
|----------------------------------------------------|-----|-----|

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p, \quad (28)$$

где  $Z_{tc}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_p$  – районный коэффициент ( $k_p=1,3$ ).

Месячный оклад руководителя составляет 18000 рублей, студента – 2500 рублей, Консультант ЭЧ – 41766,4, а Консультант СО – 41766,4.

Таблица 14 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители       | $Z_{tc}$ , руб. | $k_p$ | $Z_m$ , руб. | $Z_{дн}$ , руб. | $T_p$ , раб.<br>дн | $Z_{осн}$ , руб. |
|-------------------|-----------------|-------|--------------|-----------------|--------------------|------------------|
| Руководитель      | 13850           | 1.3   | 18000        | 1207            | 155                | 78000            |
| Студент           | 1923            | 1.3   | 2500         | 167             | 155                | 22000            |
| Консультант<br>ЭЧ | 20080           | 1.3   | 41766,4      | 1772,9          | 6                  | 10637.4          |
| Консультант<br>СО | 20080           | 1.3   | 41766,4      | 1772,9          | 6                  | 10637.4          |

#### 4.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (29)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Таким образом, заработная плата руководителя равна 89700 рублей, студента – 25300 рублей, консультант ЭЧ – 12233, консультант СО – 12233.

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (30)$$

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

На 2021 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании п. 6 ч. 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2021 году водится пониженная ставка – 30 % .

Таблица 15– Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель    | $Z_{\text{осн}}$ , руб. | $Z_{\text{доп}}$ , руб. | $Z_{\text{внеб}}$ , руб. |
|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Руководитель   | 78000                   | 11700                   | 26910                    |
| Студент        | 22000                   | 3300                    | 7590                     |
| Консультант ЭЧ | 10637,4                 | 1595,6                  | 3669,9                   |
| Консультант СО | 10637,4                 | 1595,6                  | 3669,9                   |
| <b>Итого</b>   | <b>12274,8</b>          | <b>18191,2</b>          | <b>41839,8</b>           |

#### 4.4.5 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле :

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 5), \quad (31)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы будут составлять:  $Z_{\text{накл}} = 4116 \cdot 0,16 = 659$  руб.

#### 4.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи     | Сумма, руб. | Примечание  |
|-------------------------|-------------|-------------|
| 1. Материальные затраты | 4116        | Пункт 1.4.1 |

|                                                                             |         |               |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|
| НТИ                                                                         |         |               |
| 2. Затраты на программное обеспечение для научных (экспериментальных) работ | 645     | Пункт 3.4.2   |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы                   | 12274,8 | Пункт 3.4.3   |
| 4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы             | 18191,2 | Пункт 3.4.4   |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды                                         | 41839,8 | Пункт 3.4.5   |
| 6. Накладные расходы                                                        | 659     | Пункт 3.4.6   |
| 7. Бюджет затрат НТИ                                                        | 58781   | Сумма ст. 1-6 |

#### **4.6 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (32)$$

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 (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета

затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

В таблице 17 представлена сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исследования<br>Критерии                | Весовой коэффициент параметра | с применением специализированных программ | ручной расчет |
|------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|---------------|
| 1. Способствует росту производительности труда | 0,1                           | 5                                         | 5             |
| 2. Удобство в эксплуатации                     | 0,15                          | 5                                         | 2             |
| 3. Надежность                                  | 0,20                          | 4                                         | 4             |
| 4. Воспроизводимость                           | 0,25                          | 4                                         | 3             |
| 5. Материалоемкость                            | 0,15                          | 3                                         | 5             |
| ИТОГО                                          | 1                             | 3,5                                       | 3,2           |

В таблице 18 представлена сравнительная эффективность разработки.

Таблица 18– Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели                                              | Исп. 1 | Исп. 2 |
|-------|---------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1     | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 3,5    | 3,2    |
| 2     | Интегральный показатель эффективности                   | 3,5    | 3,2    |
| 3     | Сравнительная эффективность вариантов исполнения        | 0,9    |        |

## 5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность - ответственность отдельного ученого и научного сообщества перед обществом. Первостепенное значение при этом имеет безопасность применения технологий, которые создаются на основе достижений науки, предотвращение или минимизация возможных негативных последствий их применения, обеспечение безопасного как для испытуемых, так и для окружающей среды проведения исследований.

В ходе данной работы были проведены разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий аварийного разлива нефти на объекте нефтегазового комплекса. Работа выполнялась в аудитории НИ ТПУ. Все работы выполнялись с использования компьютера. Раздел также включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

### 5.1. Производственная безопасность

#### 5.1.1 Отклонение показателей микроклимата в помещении

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место. Микроклимат производственных помещений определяют следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Эти факторы влияют на организм человека, определяя его самочувствие.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблицах 19 и 20.

Таблица 19 - Оптимальные нормы микроклимата

| Период года | Температура воздуха, С° | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | 19-23                   | 40-60                              | 0.1                            |
| Теплый      | 23-25                   |                                    | 0.1                            |

Таблица 20- Допустимые нормы микроклимата

| Период года | Температура воздуха, С°   |                            | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
|             | Нижняя допустимая граница | Верхняя допустимая граница |                                    |                                |
| Холодный    | 15                        | 24                         | 20-80                              | <0.5                           |
| Теплый      | 22                        | 28                         | 20-80                              | <0.5                           |

Температура в теплый период года 23-25 °С, в холодный период года 19-23 °С, относительная влажность воздуха 40-60 %, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Общая площадь рабочего помещения составляет 42 м<sup>2</sup>, объем составляет 147 м<sup>3</sup>. По СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 санитарные нормы составляют 6,5 м<sup>2</sup> и 20 м<sup>3</sup> объема на одного человека. Исходя из приведенных выше данных, можно сказать, что количество рабочих мест соответствует размерам помещения по санитарным нормам.

После анализа габаритных размеров рассмотрим микроклимат в этой комнате. В качестве параметров микроклимата рассмотрим температуру, влажность воздуха, скорость ветра.

В помещении осуществляется естественная вентиляция посредством наличия легко открываемого оконного проема (форточки), а также дверного проема. По зоне действия такая вентиляция является общеобменной. Основным недостатком - приточный воздух поступает в помещение без предварительной очистки и нагревания. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 40 м<sup>3</sup> [14]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 42 м<sup>3</sup>, из этого следует, что дополнительная вентиляция не требуется. Параметры микроклимата поддерживаются в холодное время года за счет систем водяного отопления с нагревом воды до 100 °С, а в теплое время года – за

счет кондиционирования, с параметрами согласно [15]. Нормируемые параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям [16].

### **5.1.2. Превышение уровней шума**

Одним из наиболее распространенных в производстве вредных факторов является шум. Он создается рабочим оборудованием, преобразователями напряжения, рабочими лампами дневного света, а также проникает снаружи. Шум вызывает головную боль, усталость, бессонницу или сонливость, ослабляет внимание, память ухудшается, реакция уменьшается.

Основным источником шума в комнате являются компьютерные охлаждающие вентиляторы. Уровень шума варьируется от 35 до 42 дБА. Согласно СанПиН 2.2.2 / 2.4.1340-03, при выполнении основных работ на ПЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 82 дБА [16].

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства индивидуальной защиты (СИЗ) и средства коллективной защиты (СКЗ) от шума.

Средства коллективной защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения.

Средства индивидуальной защиты:

- применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

### 5.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Источником электромагнитных излучений в нашем случае являются дисплеи ПЭВМ. Монитор компьютера включает в себя излучения рентгеновской, ультрафиолетовой и инфракрасной области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг ВДТ не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц, 2,5 В/м в диапазоне от 2 до 400 кГц [14]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл, и 25 нТл в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В. В ходе работы использовалась ПЭВМ типа Acer VN7-791 со следующими характеристиками: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 450 В (основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.) [18].

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма наблюдаются сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, изменения сердечной мышцы проводимости. Тепловой эффект ЭМП характеризуется увеличением температуры тела, локальным селективным нагревом тканей, органов, клеток за счет перехода ЭМП на теплую энергию.

Предельно допустимые уровни облучения (по ОСТ 54 30013-83):

- до 10 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы (8 часов);
- от 10 до 100 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 2 часов;
- от 100 до 1000 мкВт/см<sup>2</sup>, время работы не более 20 мин. при условии пользования защитными очками;
- для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см<sup>2</sup>.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

#### СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения.

#### СИЗ

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ).

#### 5.1.4. Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц. По опасности электропоражения комната относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует повышенная влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения токоведущих элементов с заземленными металлическими корпусами оборудования [19].

Аудитория относится к помещению без повышенной опасностью поражения электрическим током. Безопасными номиналами являются:  $I < 0,1$

$A; U < (2-36) B; R_{\text{зазем}} < 4 \text{ Ом}$ . В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током:

Недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены.

Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Каждому необходимо знать меры медицинской помощи при поражении электрическим током. В любом рабочем помещении необходимо иметь медицинскую аптечку для оказания первой медицинской помощи.

Поражение электрическим током чаще всего наступает при небрежном обращении с приборами, при неисправности электроустановок или при их повреждении.

Для освобождения пострадавшего от токоведущих частей необходимо использовать непроводящие материалы. Если после освобождения пострадавшего из-под напряжения он не дышит, или дыхание слабое, необходимо вызвать бригаду скорой медицинской помощи и оказать пострадавшему доврачебную медицинскую помощь:

- обеспечить доступ свежего воздуха (снять с пострадавшего стесняющую одежду, расстегнуть ворот);
- очистить дыхательные пути;
- приступить к искусственной вентиляции легких (искусственное дыхание);
- в случае необходимости приступить к непрямому массажу сердца.

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае:

- возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
- появления дыма или огня;

- появления искрения;
- обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

Для защиты от поражения электрическим током используют СИЗ и СКЗ.

Средства коллективной защиты:

- Зануление источников электрического тока;
- Заземление электрооборудования;
- Использование щитов, барьеров, клеток, ширм, а также заземляющих и шунтирующих штанг, специальных знаков и плакатов.

Средства индивидуальной защиты:

- Использование диэлектрических перчаток, изолирующих клещей и штанг, слесарных инструментов с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, калоши, боты, подставки и коврики.

### **5.1.5 Освещенность**

Согласно СНиП 23-05-95 в аудитории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения (факел плазмы в камере с катализатором) применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения  $A = 7$  м, ширина  $B = 6$  м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом  $h_p = 1,0$  м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B, \quad (33)$$

где  $A$  – длина, м;

$B$  – ширина, м.

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2 \quad (34)$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор  $\rho_C=50\%$ , свежепобеленного потолка  $\rho_P=70\%$ . Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен  $K_3 = 1,5$ . Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ .

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен  $\Phi_{ЛД} = 2500$  Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина  $\lambda$ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем  $\lambda=1,1$ , расстояние светильников от перекрытия (свес)  $h_c = 0,3$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \quad (35)$$

где  $h_n$  – высота светильника над полом, высота подвеса,

$h_p$  – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР:  $h_n = 3,5$  м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м} \quad (36)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda - h = 1,1 \times 2 = 2,2 \text{ м} \quad (37)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,73 \approx 3 \quad (38)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{7}{2,2} = 3,2 \approx 3 \quad (39)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \times Nb = 3 \times 3 = 9 \quad (40)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м} \quad (41)$$

Размещаем светильники в три ряда. На рисунке 7 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

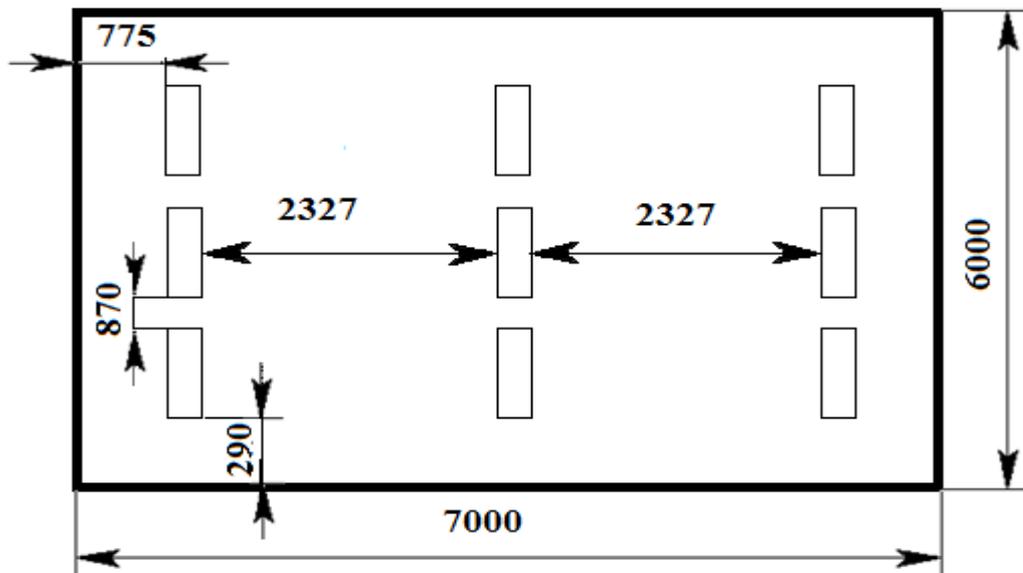


Рисунок 7 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{7 \times 6}{2,0 \times (7 + 6)} = 1,6 \quad (42)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при  $\rho_{\text{П}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{С}} = 50\%$  и индексе помещения  $i = 1,6$  равен  $\eta = 0,47$ .

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{Л}} = \frac{E \times S \times K_3 \times Z}{N \times \eta} = \frac{300 \times 42 \times 1,5 \times 1,1}{18 \times 0,47} = 2457,44 \text{ лм} \quad (43)$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{Лд}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{Лд}}} \times 100\% \leq 20\% \quad (44)$$

$$\frac{\Phi_{\text{Лд}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{Лд}}} \times 100\% = \frac{2500 - 2457,44}{2500} \times 100\% = 1,7\%$$

Таким образом:  $-10\% \leq 1,7\% \leq 20\%$ , необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

### 5.1.5 Пожарная опасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1-В4, Г и Д, а здания на категории А, Б, В, Г и Д.

Согласно НПБ 105-03 аудитория относится к категории Д– Не горючие вещества и материалы в холодном состоянии (деревянные столы, шкафы, тумбочки).

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам).

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера: халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на

высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Для предупреждения пожара и взрыва необходимо предусмотреть:

1. специальные изолированные помещения для хранения и разлива легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), оборудованные приточно-вытяжной вентиляцией во взрывобезопасном исполнении - соответствии с ГОСТ 12.4.021-75 и СНиП 2.04.05-86;
2. специальные помещения (для хранения в таре пылеобразной канифоли), изолированные от нагревательных приборов и нагретых частей оборудования;
3. первичные средства пожаротушения на производственных участках (передвижные углекислые огнетушители ГОСТ 9230-77, пенные огнетушители ТУ 22-4720-80, ящики с песком, войлок, кошма или асбестовое полотно);
4. автоматические сигнализаторы (типа СВК-3 М 1 ) для сигнализации о присутствии в воздухе помещений дозрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

Аудитория полностью соответствует требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, изображенного на рисунке 8, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу.

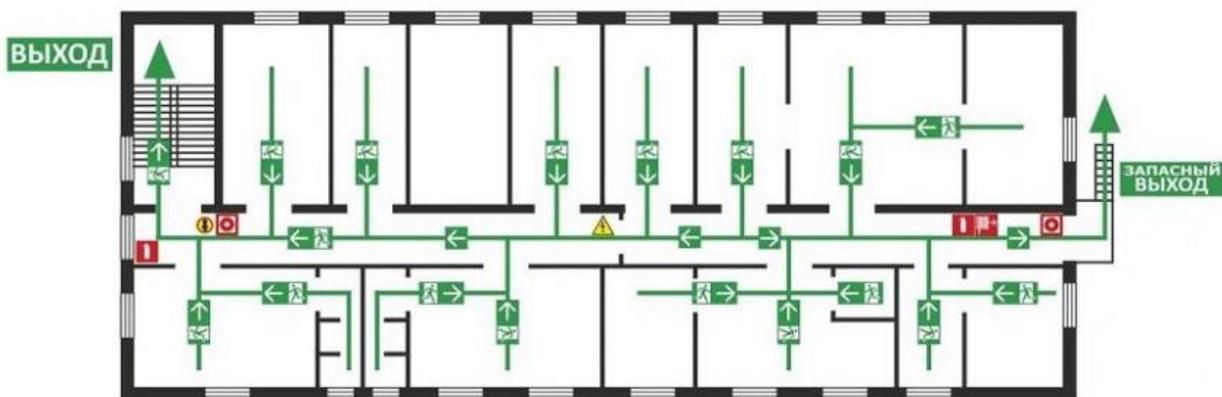


Рисунок 8 – План эвакуации

## 5.2. Экологическая безопасность

Для выполнения работы были использованы компьютер, оргтехника, бумага, использованная в качестве черновиков и люминесцентные лампы для освещения рабочего места. Рассмотрим безопасное использование и утилизацию данного оборудования.

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу, как для человека, так и для окружающей среды.

К таким веществам относятся:

- свинец (накапливается в организме, поражая почки, нервную систему);
- ртуть (поражает мозг и нервную систему);
- никель и цинк (могут вызывать дерматит);
- щелочи (прожигают слизистые оболочки и кожу).

Поэтому компьютер требует специальных комплексных методов утилизации. В этот комплекс мероприятий входят:

- отделение металлических частей от неметаллических;
- металлические части классифицируют (сталь, медь, алюминий), минимизируют по объему, упаковывают, хранят на складе до накопления до 1 транспортной единицы и потом направляют на соответствующий металлургический передел;

- неметаллические части компьютера (пластик) измельчают, также накапливают объем до 1 транспортной единицы и направляют в дорожно-строительную фирму в качестве пластифицирующей добавки дорожно-строительной смеси;

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой;
- узнать насколько новая техника соответствует современным эко-стандартам и примут ее на утилизацию после окончания срока службы.

Утилизировать оргтехнику, а не просто выбрасывать на «свалку» необходимо по следующим причинам:

Во-первых, в любой компьютерной и организационной технике содержится некоторое количество драгоценных металлов. Российским законодательством предусмотрен пункт, согласно которому все организации обязаны вести учет и движение драгоценных металлов, в том числе тех, которые входят в состав основных средств. За несоблюдение правил учета организация может быть оштрафована на сумму от 20000 до 30000 руб. (согласно ст. 19.14. КоАП РФ).

Во-вторых, предприятие также может быть оштрафовано за несанкционированный вывоз техники или оборудования на «свалку»;

Утилизируя технику, мы заботимся об экологии: количество не перерабатываемых отходов минимизируется, а такие отходы, как пластик, пластмассы, лом черных и цветных металлов, используются во вторичном производстве. Электронные платы, в которых содержатся драгметаллы, после переработки отправляются на аффинажный завод, после чего чистые металлы сдаются в Госфонд, а не оседают на свалках.

Старую технику нельзя считать обычным мусором, который можно выбросить на помойку по пути с работы. В ее «начинке» находятся вредные

компоненты, например мышьяк, ртуть или свинец — отходы высоких классов опасности, которые вредят здоровью и экологии.

Поэтому необходима утилизация компьютерной техники, предусмотренная законодательством РФ.

Сначала происходит списывание техники с баланса компании. Только после этого можно приступать к поискам компании и непосредственной утилизации техники.

Порядок проведения у каждой фирмы может быть своим, но примерная схема такова:

1. Заказчик заключает договор с исполнителем.
2. Состоится вывоз оргтехники с предприятия.
3. Исполнитель демонтирует, сортирует технику. Отделяет черный металл от цветного и драгметаллов.
4. Полученное сырье отправляется на заводы для переработки. В дальнейшем из них будут сделаны новые продукты.
5. Отходы классов повышенной опасности обезвреживаются и уничтожаются, либо их отвозят на легальные места захоронения.
6. Заказчик получает акт выполненных работ вместе с необходимыми для бухучета документами.

Люминесцентные лампы также относятся к категории энергосберегающих (а в быту эти два понятия часто подменяют, что не совсем корректно). При этом количество возможных вариантов конструкции так называемых «экономок» в разы больше, однако это не отменяет наличия в них аналогичного вредного компонента – ртути.

Присутствие ртути в лампе – вот что определяет необходимость их правильной утилизации. Даже в малых дозах этот химический элемент способен вызвать неврологические заболевания, а высоких дозах и вовсе привести к летальному исходу.

Механизм обращения и утилизации ртутных и ртутьсодержащих ламп отражен в СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления» и Федеральном законе №89 «Об отходах производства и потребления». В них особый упор делает на то, что недопустимо выбрасывать эти источники света в бытовой мусор – хрупкая колба легко разбивается, а пары ртути незамедлительно попадают в окружающую среду. Это произойдет даже в том случае, если люминесцентную лампу утилизировать в землю. Ртуть окажется в грунте, а через него попадет в грунтовые воды или водоемы. Соответственно, повышаются риски отравления питьевой водой или выращенными на таком грунте продуктами сельского хозяйства.

Необходимо помнить, что контроль за соблюдением норм и правил по сбору, хранению и утилизации люминесцентных и энергосберегающих ламп осуществляется органами СЭС и территориальными экологическими инспекциями. Невыполнение предписаний контролирующих органов влечет за собой наложение административного штрафа.

К основным мероприятиям по регулированию в области обращения с отходами и утилизации макулатуры, в том числе бумаги относят:

- Основной принцип - загрязнитель платит.
- Обеспечение производителями и потребителями эффективных мер для надлежащего использования расходов необходимых для предотвращения неблагоприятного экологического воздействия при производстве бумаги и утилизации макулатуры.
- Осуществление политики комплексного управления отходами, разработка и реализация мер, направленных на уменьшение образования отходов и содействие их переработке, при условии обеспечения мер, не допускающих диспропорции в международной торговле.
- Стимулирование роста переработки большей части макулатуры, которая составляет значительную долю (от 25 до 50 процентов)

твердых бытовых отходов, в бумажную продукцию с учетом того, что производство бумаги и картона с использованием переработанных волокон, как правило, является менее энергозатратным и более чистым с экологической точки зрения чем аналогичное производство посредством переработки целлюлозы.

- Организация и финансирование исследований в области разработок более выгодных технологий использования макулатуры, чем производство бумаги и картона.
- Принятие экономических мер с учетом того, что экономика отрасли по переработке макулатуры для производства бумаги и картона характеризуется значительными колебаниями цен на макулатуру.
- Принятие мер по снижению высоких затрат на сбор и сортировку отходов для снижения затрат на переработку макулатуры.
- Проведение экономического анализа процессов утилизации для осуществления экономии затрат на утилизацию отходов.
- Анализ и внедрение практических мер, направленных на увеличение спроса, как на переработанную макулатуру, так и на поставку вторичных волокон.

### **5.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившейся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Аудитория находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть:

- сильные морозы;
- диверсия.

Сильный мороз - экстремально низкие температуры воздуха, представляющие собой значительные отклонения от обычных средних температур в данной местности. Сильный мороз считается чрезвычайной ситуацией, когда минимальная температура воздуха достигает  $-35^{\circ}\text{C}$  и ниже.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась.

Сильные морозы, могут привести к увеличению количества техногенных пожаров, аварий, связанных с нарушениями на коммунальных системах жизнеобеспечения населения, нарушений в работе транспорта. Также существует вероятность увеличения случаев переохлаждения, обморожения и гибели среди населения, ухудшением условий при проведении аварийно-восстановительных работ.

В этой связи, Министерство по чрезвычайным ситуациям настоятельно рекомендует при аномально низких температурах воздуха без необходимости не выходить на улицу.

При сильных морозах избегайте выхода на улицу, а тем более выезд куда-либо на личном автотранспорте.

Постарайтесь выполнить все возможное, чтобы не получить обморожения, если Вам все-таки придется быть вне дома, квартиры.

Не носите на морозе металлические (в том числе золотые, серебряные) украшения – кольца, серьжки и т.д. Во-первых, металл остывает гораздо быстрее тела до низких температур, вследствие чего возможно «прилипание» к коже с болевыми ощущениями и травмами. Во-вторых, кольца на пальцах затрудняют нормальную циркуляцию крови. В целом на морозе старайтесь избегать контакта голой кожи с металлом.

Необходимо укрыться от ветра – вероятность обморожения на ветру значительно выше.

В аудитории НИ ТПУ так же вероятно возникновение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера.

ЧС техногенного характера — это ситуации, которые возникают в результате производственных аварий и катастроф на объектах, транспортных магистралях и продуктопроводах; пожаров, взрывов на объектах.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе решены поставленные задачи: проанализированы возможные причины аварий, поражающие факторы на приемо-сдаточном пункте «Лугинецкое»; рассмотрен технологический процесс сбора и подготовки нефти.

Построено дерево отказов в результате разрушения резервуара. Исходя из этого проведена оценка вероятности возникновения аварийных ситуаций на ПСН «Лугинецкое» также были выявлены наиболее вероятные события. Вероятнее всего разгерметизация произойдет из-за коррозии, использования некачественных электродов и из-за отказа фланцевого соединения. Были рассчитаны критерии пожаровзрывоопасности при разгерметизации резервуара такие как интенсивность теплового излучения  $3,73 \text{ кВт/м}^2$ , избыточное давление  $166 \text{ кПа}$ .

Как показали результаты расчетов, разгерметизация резервуара приведет к серьезным разрушениям. Исходя из расчетов и оценки вероятности аварийных ситуаций на ПСН «Лугинецком» были предложены превентивные мероприятия по уменьшению риска

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Общие технические условия: дата введения 2002-07-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200041164> (дата обращения: 20.04.2021) – Текст : электронный.
2. ГОСТ 12.1.044-2018 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. дата введения 2019-05-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160696> (дата обращения: 20.04.2021) – Текст : электронный.
3. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Федеральный закон : N 116-ФЗ [Принят Государственной думой 20 июня 1997 года]. – Москва, 2006. – 28 с. – ISBN 5–93586–419–
4. Абросимов А. А. Экология переработки углеводородных систем. М.: Химия, 2002. 608 с
5. Ростехнадзор [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.gosnadzor.ru/industrial/oil/lessons/2018%20%d0%b3%d0%be%d0%b4/>
6. Пересчет запасов нефти, газа, конденсата, сопутствующих компонентов и создание ТЭО КИН Лугинецкого Месторождения Томской области. Томск: ОАО «ТомскНИПИнефть ВНК», 2005
7. ГОСТ 9965-76 Нефть для нефтеперерабатывающих предприятий. Технические условия: дата введения 1997-01-01 – URL <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=159472>
8. ГОСТ Р 53762-2009 Газы горючие природные: дата введения 2011-01-01. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076670>
9. Е.Дж.Хенли, Х. Кумамото. Надежность технических систем и оценка риска. Пер. С англ. Под ред. В.С. Сыромятникова.

10. ГОСТ Р 12.3.047-98 «ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». – М.: ВНИИПО, 1998.
11. Элияшевский И.В. Технология добычи нефти и газа: учебник для техникумов / И. В. Элияшевский. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Недра, 1985. – 303 с.
12. Российская Федерация. Постановление. Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности. Постановление № 2168: [принят Государственной думой 18 декабря 2020 года].
13. Российская Федерация. Постановление. Об утверждении Правил промышленной безопасности нефтебаз и складов нефтепродуктов. Постановление №33 [принят Государственной думой 20 мая 2003года]. – Москва, 2009. – 29 с.
14. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
15. ГОСТ 12.4.154-85 ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
16. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
17. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
18. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
19. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.