



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов  
Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология  
ООП Химическая технология переработки нефти и газа  
Отделение химической инженерии

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Исследование технологии промышленной подготовки нефти

УДК 622.276.8

Обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Мартыненко Павел Николаевич		

### Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Елена Анатольевна	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович	-		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Мойзес Ольга Ефимовна	к.т.н.		

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП**  
**«Химическая технология переработки нефти и газа»**  
**(направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»)**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<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
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен и готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Готов использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ОПК(У)-3	Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире
ОПК(У)-4	Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угрозы, возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-5	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
ОПК(У)-6	Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных

	бедствий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции
ПК(У)-2	Готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования
ПК(У)-3	Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности
ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения
ПК(У)-5	Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест
ПК(У)-6	Способен налаживать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств
ПК(У)-7	Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта
ПК(У)-8	Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования
ПК(У)-9	Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования
ПК(У)-10	Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа
ПК(У)-11	Способен выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса
<b>Профессиональные компетенции университета</b>	
ДПК(У)-1	Способен планировать и проводить химические эксперименты, проводить обработку результатов эксперимента, оценивать погрешности, применять методы математического моделирования и анализа при исследовании химико-технологических процессов
ДПК(У)-2	Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования
ДПК(У)-3	Готов использовать знания фундаментальных физико-химических закономерностей для решения возникающих научно-исследовательских задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, химических реакторов
ДПК(У)-4	Готов использовать информационные технологии при разработке проектов
ДПК(У)-5	Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования на английском языке



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      \_\_\_\_\_ (Дата)      Мойзес О.Е.  
(Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
2Д92	Мартыненко Павел Николаевич

Тема работы:

Исследование технологии промысловой подготовки нефти
--

Утверждена приказом директора (дата, номер)	30-98/с от 30.01.2023 г.
---	--------------------------

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	31.05.2023 г.
--	---------------

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b> (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 функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p>Технологическая схема и технологический регламент установки подготовки нефти. Материальный баланс установки и значения режимных параметров. Обводненность пластовой нефти. Состав газа, газовый фактор, плотность и вязкость подготовленной нефти.</p>
<p><b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> (аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>Аналитический обзор по разработанным технологиям подготовки нефти на промыслах. Анализ режимов работы установок подготовки нефти на УПН. Формирование расчетных схем и прогнозирование с помощью моделирующей системы выхода и качества нефти. Обсуждение результатов. Заключение по работе.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Технологическая схема УПН</p>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>	

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Креницына З.В., к.т.н., доцент, отделение социально-гуманитарных наук ШБИП ТПУ
«Социальная ответственность»	Гуляев М.В., старший преподаватель, отделение общетехнических дисциплин ШБИП ТПУ
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</b>	
-	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	<b>30.01.2023 г.</b>
---	----------------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ	Кузьменко Е.А.	к.т.н.		<b>30.01.2023</b>

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Мартыненко Павел Николаевич		<b>30.01.2023</b>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология» ООП: Химическая технология переработки нефти и газа  
 Профиль (специализация): Технология подготовки и переработки нефти и газа  
 Уровень образования — бакалавриат  
 Отделение химической инженерии  
 Период выполнения — весенний семестр 2022/2023 учебного года

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
<b>2Д92</b>	<b>Мартыненко Павел Николаевич</b>

Тема работы:

<b>Исследование технологии промышленной подготовки нефти</b>
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
18.02.2023 г.	Реферат, введение	10
10.03.2023 г.	Литературный обзор	20
26.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», Раздел «Социальная ответственность»	10
25.05.2023 г.	Расчет и аналитика	50
05.06.2023 г.	Заключение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Кузьменко Е.А.	К.Т.Н.		30.01.23

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОХИ ИШПР	Мойзес О.Е.	К.Т.Н.		

**Обучающийся:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
<b>2Д92</b>	<b>Мартыненко Павел Николаевич</b>		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2Д92	Мартыненко Павел Николаевич

<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа природных ресурсов</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>Отделение химической инженерии</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.03.01 «Химическая технология»

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %.</i>

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

<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности. SWOT-анализ.</i>
<i>2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ.</i>
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>

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

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оценка конкурентоспособности ИР</li> <li>2. Матрица SWOT</li> <li>3. Диаграмма Ганта</li> <li>4. Бюджет НИ</li> <li>5. Основные показатели эффективности НИ</li> </ol>	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2Д92	Мартыненко Павел Николаевич		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
2Д92		Мартыненко Павел Николаевич	
<b>Школа</b>	Инженерная школа природных ресурсов	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение химической инженерии
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	18.03.01 Химическая технология

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

<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>- Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования</i> установка подготовки нефти (УПН)</p> <p><i>Область применения</i> нефтегазовая промышленность</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственное помещение</p> <p><i>Размеры помещения климатическая зона:</i> 40*50 м</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> установка подготовки нефти (нефтегазовые сепараторы, путевые подогреватели нефти, блок обезвоживания и обессоливания нефти, блок насосной откачки нефти и т.д.), операторная</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль параметров установки подготовки нефти (УПН) дистанционно из операторной, во время плановых обходов установки, переключение в ручном режиме, если потребуется</p>
<p>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</p>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020) "О специальной оценке условий труда" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021)</p> <p>"Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств. ПБЭ НП-2001" (утв. Минэнерго РФ 11.12.2000)</p>
<p><b>2. Производственная безопасность при эксплуатации</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Анализ потенциальных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>- Обоснование мероприятий по снижению воздействий вредных и опасных производственных факторов</li> </ul>	<p><b>Вредные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>- отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;</li> <li>- повышенный уровень шума;</li> </ul> <p><b>Опасные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм человека;</li> <li>- производственные факторы, связанные с повышенным уровнем электромагнитных</li> </ul>



	полей; – производственный фактор, связанный с электрическим током; – пожарная опасность <b>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:</b> специальная одежда и обувь (костюмы, перчатки, сапоги/ботинки, изготовленные из специальной прорезиненной ткани); устройства нормализации воздушной среды; каски; респираторы; диэлектрические коврики; защитные очки; специальные растворы, мази, составы.
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	<b>Воздействие на селитебную зону:</b> аварийные разливы при перемещении добытого сырья на территории месторождения; <b>Воздействие на литосферу:</b> загрязнение почв, складирование и захоронение отходов добычи сырой нефти (конденсат нефтяного газа, пластовая вода с нефтепродуктами, буровые шламы), также отходов при ликвидации и локализации загрязнений нефтью и нефтепродуктами (грунт, растения, сорбенты, боны); <b>Воздействие на гидросферу:</b> загрязнение грунтовых вод и морей нефтепродуктами; Воздействие на атмосферу выброс загрязняющих химических веществ
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	Возможные ЧС: <b>Техногенные аварии:</b> выброс горючих веществ при разгерметизации оборудования, взрыв сосудов, работающих под давлением; отказ приборов контроля и сигнализации систем управления <b>Природные катастрофы:</b> наводнение, цунами ураган, удары молний и т.д.; <b>Геологические воздействия:</b> обвалы, землетрясения, оползни и т.д. Наиболее типичная ЧС: выбросы горючих веществ при разгерметизации оборудования
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
<b>20.02.2023</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Д92	Мартыненко Павел Николаевич		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 страниц, 23 рисунка, 35 таблиц, 22 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: подготовка нефти, сепарация, обезвоживание, обессоливание, математическое моделирование.

Объектами исследования являются установки подготовки нефти.

Цель работы – исследование процессов промышленной подготовки нефти и моделирование подготовки нефти на УПН.

В ходе исследования проводился анализ данных с промышленной установок и моделирование работы установок при изменении параметров режимных параметров.

В результате исследования получили рекомендации по подготовке и оптимальным технологическим режимам работы оборудования на УПН.

Областью применения являются установки подготовки нефти.

В будущем планируется использовать результаты исследования при эксплуатации УПН.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

ДНС – дожимная насосная станция

УПН – установка подготовки нефти

ЦППН – цех подготовки и перекачки нефти

Н – насос

БХР – блок хранения растворов

ФНД – факел низкого давления

ФВД – факел высокого давления

Е – ёмкость

БУЗ – блок управления задвижками

О – отстойник

РВС – резервуар вертикальный стальной

П – печь трубчатая блочная

ЭДГ – электродегидратор

С – сепаратор

КСУ – конечная сепарационная ступень

ГС – газовый сепаратор

НГВРП – нефтегазоводородоразделитель с прямым нагревом

ПБ – правило безопасности

РП – резервуарный парк

УУН – узел учета нефти

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	15
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	16
1.1 Подготовка нефти на промыслах.....	16
1.1.1 Сепарация нефти .....	16
1.1.2 Обезвоживание нефти .....	16
1.1.3 Обессоливание нефти.....	19
1.1.4 Стабилизация нефти.....	19
1.2 Описание оборудования промысловой подготовки нефти .....	20
1.2.1 Трехфазный сепаратор .....	21
1.2.2 Газосепаратор .....	22
1.2.3 Отстойник .....	23
1.2.4 Электродегидратор .....	25
1.2.5 Резервуар вертикальный стальной .....	27
1.2.6. Печи ПТБ-10 .....	28
1.2.7 Нефтегазоводоразделители .....	30
1.2.8 Установка подготовки нефти "Хитер-Тритер" .....	32
1.3 Основные направления совершенствования промысловой подготовки нефти.....	33
1.3.1 Мобильная установка подготовки нефти .....	33
1.3.2 Нефтегазовый сепаратор .....	37
2 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА.....	42
2.1 Анализ экспериментальных данных с промышленной установки .....	42
2.1.1 Технологическая схема УПН.....	42
2.1.2 Экспериментальные данные с промышленной установки .....	44
2.2 Подготовка исходных данных для расчета технологии подготовки на УПН с использованием моделирующей системы .....	45
2.3 Результаты расчетов подготовки нефти на УПН с использованием моделирующей системы .....	46

2.4 Влияние технологических параметров на качество подготовленной на промыслах нефти .....	49
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ .....	57
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ .....	59
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	59
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений .....	59
4.1.2 SWOT-анализ .....	62
4.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	65
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	65
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	66
4.3 Бюджет научно-технического исследования .....	70
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	70
4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования .....	71
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы .....	72
4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	74
4.3.4 Накладная расходы .....	74
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	76
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕСТВЕННОСТЬ .....	80
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	80
5.2 Производственная безопасность .....	81
5.2.1 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего .....	81
5.2.2 Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем электромагнитных полей .....	83
5.2.3 Производственные факторы, связанные с электрическим током .....	84
5.2.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения .....	87
5.2.5 Пожарная опасность .....	88

5.3 Экологическая безопасность .....	89
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	91
5.5 Заключение по разделу .....	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	98

## ВВЕДЕНИЕ

Промысловая подготовка нефти включает в себя несколько этапов, таких как сепарация, обезвоживание, обессоливание и стабилизация, которые необходимы для того, чтобы нефть соответствовала требованиям для дальнейшей транспортировки и переработки на НПЗ. Однако по мере увеличения времени эксплуатации месторождения, концентрация воды в нефти постепенно возрастает, что приводит к увеличению капитальных и эксплуатационных расходов на транспортировку нефти до нефтеперерабатывающих заводов[1]. Это обусловлено тем, что наличие воды в нефти увеличивает объем перекачки и приводит к образованию эмульсии, что повышает вязкость нефти и увеличивает потери давления в гидравлических системах требует дополнительных затрат на перекачку нефти.

Кроме того, содержащиеся в воде минеральные соли могут вызывать коррозию трубопроводов и оборудования НПЗ, что приводит к снижению производительности и уменьшению продолжительности межремонтного периода.

Целью данной работы является прогнозирование выхода и качества нефти, подготавливаемая при различных технологических параметрах.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1 изучение теории по подготовки нефти на УПН;
- 2 сбор информации о составе и свойстве сырья и продукта;
- 3 анализ технологии подготовки нефти на УПН;
- 4 выполнение расчетов на моделирующей системе с целью получения прогнозов выхода и качества нефти.

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Подготовка нефти на промыслах

Нефтепродукты и газ, добываемые из скважин, не являются чистыми, так как они содержат в себе пластовую воду, нефтяной газ, а также твердые частицы механических примесей, которые вынуждены удалять сразу после добычи для получения качественного продукта. Присутствие примесей увеличивает объем нефти и, следовательно, увеличивает стоимость транспортировки. Этапы подготовки нефти на промыслах[2]:

- 1 удаление газа
- 2 удаление воды
- 3 удаление соли
- 4 стабилизация

### 1.1.1 Сепарация нефти

Сепарация - это процесс дегазации нефти при регулируемых температурах и давлениях, который позволяет эффективно отделить газ от нефти. Процесс отделения нефти обычно осуществляется на нескольких этапах, начиная с выделения основной части газа при высоком давлении. Затем нефть проходит сепарацию при среднем и низком давлении, что позволяет окончательно отделить ее от газа. Если нефть нагревается во время процесса, то сепарация называется горячей. Количество стадий сепарации зависит от химических и физических свойств пластовой нефти и условий ее товарности, и выбирается с расчетом на достижение оптимальных технико-экономических показателей.

### 1.1.2 Обезвоживание нефти

Свойства водонефтяных эмульсий определяются физико-химическими параметрами, присутствием естественных эмульгаторов, интенсивностью движения, технологией добычи нефти, условиями эксплуатации



месторождения и другими факторами. Нефть из разных месторождений может образовывать стойкие эмульсии, разрушение которых требует специальных методов, и нестабильные, которые легко расслаиваются на нефть и воду.

Для определения оптимальной технологии обезвоживания нефти необходимо учитывать процесс образования и разрушения эмульсий. Эмульсия представляет собой смесь двух жидкостей, одна жидкость диспергирована в другой и представлена в виде шаровидных частиц различных размеров.

Для образования эмульсии нужно механическое воздействие, в результате капли одной из жидкостей измельчаются в объеме другой. Стабильность эмульсий нефти зависит от качества защитной пленки, которая образуется на границе воды и нефти, и определяется структурными и механическими характеристиками этой пленки. Для формирования защитной пленки используются поверхностно-активные вещества, такие как эмульгаторы[3].

Существует множество различных эмульгаторов, которые могут быть использованы для создания эмульсий. Они могут быть как природными, так и синтетическими. Природные эмульгаторы могут включать в себя смолистые вещества, парафины, нафтеновые мыла, соли органических кислот и различные соединения металлов, таких как железо, цинк, медь и другие. Синтетические эмульгаторы могут быть созданы путем химической реакции между различными веществами, такими как алкилсульфаты, полимеры, аминокислоты и другие. В зависимости от их селективной смачиваемости, эмульгаторы могут быть гидрофобными или гидрофильными. Гидрофобные эмульгаторы имеют большую смачиваемость нефтью, чем водой, в то время как гидрофильные эмульгаторы наоборот.

Крепость защитной пленки зависит от количества, типа эмульгаторов и температуры. С повышением температуры крепость пленки уменьшается. Адсорбция эмульгаторов происходит со временем, а не мгновенно, что

приводит к изменению крепости защитной пленки и, следовательно, устойчивости эмульсии во времени. Это объясняет явление "старения" эмульсии.

Дегидратация может быть разделена на несколько этапов[3]:

1 Первый этап - это физическая дегидратация, которая происходит при помощи сепараторов. Вода отделяется от нефти благодаря различию в плотности и силе тяжести. Отделенная вода затем удаляется, а нефть направляется на следующий этап.

2 Второй этап - это химическая дегидратация, которая осуществляется при помощи добавления химических реагентов в нефть. Реагенты взаимодействуют с молекулами воды и превращают ее в нефтеподобную жидкость, которая может быть легко удалена из нефти. Этот метод более эффективен, чем физическая дегидратация, и может удалить до 99% воды из нефти.

3 Третий этап - это термическая дегидратация, которая происходит при помощи высокой температуры. Вода в нефти испаряется при температуре выше 100 градусов Цельсия, что позволяет удалить ее из нефти. Этот метод может быть опасен из-за высокой температуры, поэтому он используется только в специальных условиях.

Дальнейшие исследования привели к возникновению нового направления в технологии подготовки нефти, получившего название трубной деэмульсации. В основе этого направления лежит обнаруженное явление разрушения водонефтяной эмульсии при турбулентном режиме движения в трубопроводе. В результате была доказана способность трубопроводов выполнять не только транспортные, но и технологические функции по разрушению эмульсий. Это, в свою очередь, послужило основой для разработки совмещенных схем сбора и подготовки нефти.

### **1.1.3 Обессоливание нефти**

Обессоливание нефти включает в себя обезвоженную нефть, смешанную с пресной водой и далее полученная искусственная эмульсия снова обезвоживается. Такой порядок процессов объясняется тем, что соли находятся в эмульгированной воде в растворенном состоянии[4]. Полное удаление солей невозможно, даже если удалить всю воду из нефти, так как содержание солей будет определяться остаточным количеством эмульгированной воды и ее степенью минерализации. Если пластовая вода имеет низкую минерализацию, то глубокое обезвоживание нефти может избавить от необходимости проводить специальный процесс обессоливания.

### **1.1.4 Стабилизация нефти**

Производство сжиженных углеводородных газов может осуществляться путем извлечения из нефти пропан-бутановых фракций. Если стабилизация нефти не проводится на месторождениях, то это необходимый компонент, который входит в состав заводских установок[5].

Стабилизация нефти на производстве выполняется с целью уменьшения потерь легких углеводородов при транспортировке и хранении нефти в условиях нефтегазового хозяйства. Если пропан-бутановые фракции испаряются, они могут увлечь за собой бензиновые фракции, что приводит к дополнительной потере нефти.

Упругость насыщенных паров может служить показателем количественного содержания легких углеводородов в нефти. Однако, при стабилизации нефти практически невозможно достичь полной устойчивости паров. Чтобы уменьшить эластичность паров до 0,002 МПа, используют дыхательное оборудование резервуаров, но при этом не исключены потери нефти от испарения при больших и малых "дыханиях"[5]. Для достижения нужной упругости насыщенных паров, количество ступеней разделения и давление на них могут быть оптимизированы на заключительном этапе промышленной сепарации нефти - стабилизации. Стабилизация нефти может

быть проведена в полевых условиях через горячую или вакуумную сепарацию, а также в заводских условиях через ректификацию.

## **1.2 Описание оборудования промышленной подготовки нефти**

### **1.2.1 Трехфазный сепаратор**

Существует разнообразное оборудование для подготовки нефти и газа к транспортировке на месторождениях, но наиболее распространенным является сепаратор, предназначенный для разделения фаз.

Существуют три типа сепараторов в зависимости от действующих сил[6]: гравитационные, насадочные и центробежные. Основная разделительная секция сепаратора используется для отделения газожидкостного потока от основного потока жидкости. Для более эффективного разделения и равномерного распределения потока по поперечному сечению сепаратора, используются устройства, такие как тангенциальный ввод потока, отражательные устройства и встроенные циклоны.

В сепараторах для газонефтяных потоков имеется участок осаждения, где проходит ещё один этап разделение, хотя в гораздо меньших объемах.

Существует несколько методов, которые позволяют повысить эффективность извлечения свободного газа из нефти.

1 применение химических реагентов, таких как поверхностно-активные вещества. Они способствуют разрушению поверхностной пленки между нефтью и газом, что облегчает выход газа из нефти. Однако использование химических реагентов может иметь негативное воздействие на окружающую среду, поэтому их использование должно быть ограничено и контролируемо.

2 применение технологии фракционирования. Она основана на использовании давления и температуры для разделения нефти на компоненты. При этом свободный газ отделяется от нефти и может быть

легко извлечен. Однако, этот метод требует значительных затрат на оборудование и энергию.

3 использование гравитационных сепараторов. Он основан на использовании различий в плотности газа и нефти и позволяет отделить свободный газ от нефти, используя гравитацию. Однако гравитационные сепараторы могут быть неэффективны для больших объемов газа.

Чтобы удалить частицы жидкости из газового потока используется секция сбора капель, которая включает различные типы отбойных насадок, такие как сетчатые и лопастные отбойники. Для обеспечения безопасности и эффективности работы сепаратора необходимо использование элементов пеногашения и антизафихрения.

Трехфазный и двухфазный сепараторы - это оборудование, используемое в нефтяной и газовой промышленности для разделения жидких и газовых компонентов. Однако у них есть некоторые различия. Двухфазный сепаратор используется для разделения жидкости и газа, в то время как трехфазный сепаратор используется для разделения жидкости, газа и воды.

В процессе трехфазного разделения происходят четыре основных процесса, которые необходимы для полного разделения жидкой и газовой фаз от воды:

1 Гравитационное разделение: это процесс, при котором более тяжелая жидкая фаза опускается вниз и отделяется от более легкой газовой фазы. Этот процесс основан на различии в плотности между фазами.

2 Капиллярное действие: это процесс, при котором жидкая фаза удерживается на поверхности твердого тела благодаря капиллярным силам. Этот процесс может помочь отделить жидкую фазу от газовой фазы.

3 Окисление: это процесс, при котором химические реагенты, такие как окислители, используются для изменения свойств жидкой фазы, чтобы она могла лучше отделяться от газовой фазы.

4 Использование поверхностно-активных веществ: это процесс, при котором поверхностно-активные вещества добавляются в жидкую фазу,

чтобы снизить поверхностное натяжение между жидкой и газовой фазами, что ускоряет процесс разделения.

Приведем пример трехфазного сепаратора (см. рисунок 1).

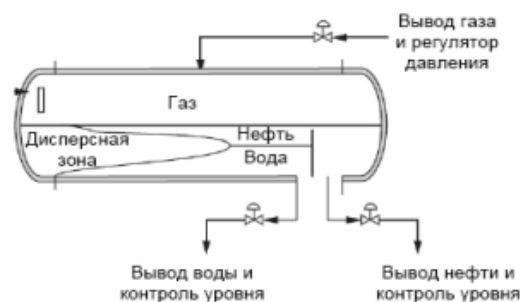


Рисунок 1 – Схема трехфазного сепаратора[9]

### 1.2.2 Газосепаратор

Газосепаратор - это установка фильтрационного типа, предназначенная для очистки природного и попутного нефтяного газа от мелкодисперсных жидких примесей. Они широко используются для подготовки газообразного топлива перед транспортировкой или подачей конечному потребителю.

Сетчатые газосепараторы обычно используются как часть многосекционных сепарационных систем для более эффективной очистки газа, но также могут использоваться как отдельные технологические единицы при наличии емкости для сбора конденсата.

Ниже, на рисунке 2, представлена схема сетчатого газосепаратора.

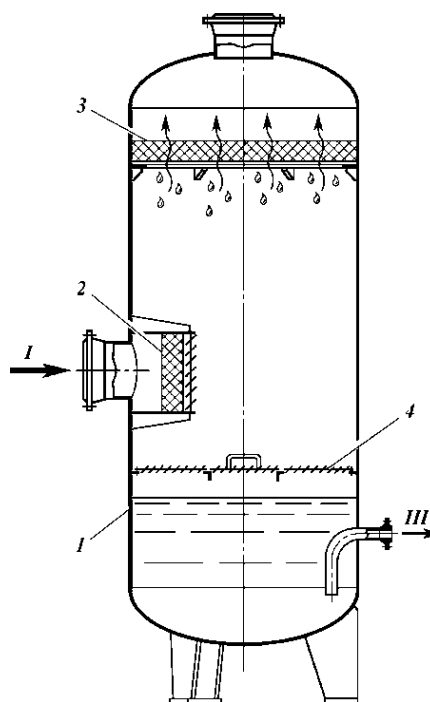


Рисунок 2 – Схема сетчатого газосепаратора[9]

1 — корпус; 2 — сетчатый коагулятор; 3 — сетчатый отбойник (демистер); 4 — успокоительная решетка. Поток: I — исходный газ; II — очищенный газ; III — жидкость

Газ подается в среднюю часть газосепаратора, где проходит через коагулятор и сетчатую насадку, чтобы очистить его от жидкостных капель, после чего газ выводится из верхней части оборудования. Для сбора капель и конденсата в нижней части газосепаратора предусмотрена специальная емкость, которая периодически освобождается. Контроль уровня конденсата в сепараторе осуществляется при помощи уровнемера, а также сигнализаторами уровня конденсата, манометром, предохранительным клапаном и запорной арматурой, которые установлены на газосепараторе.

### 1.2.3 Отстойник

Отстойники применяются для отстаивания нагретых в блочных или стационарных печах нефтяных эмульсий. Наиболее распространенным типом отстойника является ОГ-200С с нижним распределенным вводом эмульсии, а также отстойники с радиальным и горизонтальным вводом сырья, такие как ОБН.

Отстойник ОГ-200С предназначен для отстаивания нефтяных эмульсий с последующим разделением на нефть и пластовую воду. Он может применяться для обработки легких и среднетяжелых нефтей без содержания сероводорода и других агрессивных компонентов. Шифр ОГ-200С обозначает, что это горизонтальный отстойник объемом 200 м<sup>3</sup>, с разделительным отсеком.

Конструкция ОГ-200С представляет собой горизонтальный цилиндрический резервуар из стали с эллиптическим днищем, диаметр которого составляет 3400 мм (см. рисунок 3).

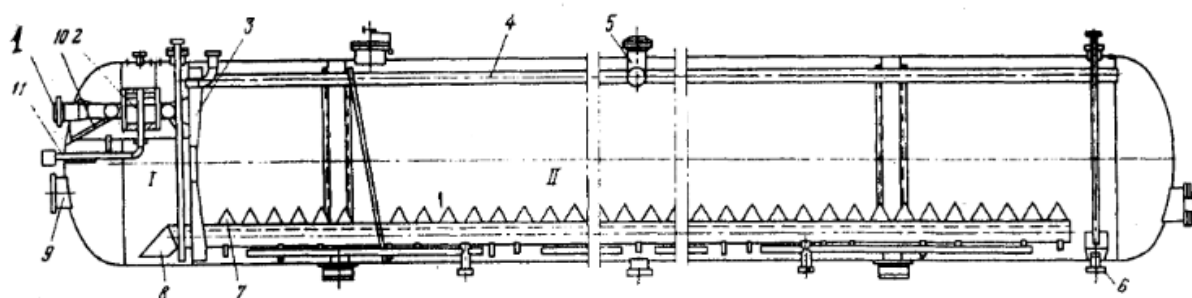


Рисунок 3 – Схема отстойника ОГ-200С[9]

Емкость разделена перегородкой 3 на два отсека: левый I-разделительный и правый II-отстойный. Отсеки соединены через два распределителя, состоящих из 8 стальных труб с наружным диаметром 426 мм и отверстиями в верхней части. Дозаторы 7 расположены над отверстиями дозаторов. Сепаратор газа 2 находится в верхней части сепарационного отсека и соединен с штуцером выхода газа 11 при помощи фланцевого угольника. Четыре сборника нефти 4 расположены в верхней части отстойного отделения и соединены с коллектором и выпускной трубой. Штуцер 6 находится в нижней части отсека для отвода отделившейся воды[9]. Коробчатые дозаторы эмульсии имеют отверстия на боковых гранях.

Эмульсия нефти, нагретая до нужной температуры, поступает в распределитель через штуцер 1. При этом выделяется газ, находящийся в обводненной нефти как в свободном, так и в растворенном состоянии. Газ



выводится через штуцер 11 в коллекторную сеть. Регулирование уровня жидкости в разделительном отсеке осуществляется межфазным регулятором уровня. Дегазированная нефть поступает в два коллектора 8, расположенных в отстойном отсеке, над которыми находятся распределители эмульсии 7. Нефть вытекает тонкими струйками под уровень пластовой воды в отсеке, попадает в сборник 4 и выводится из аппарата через штуцер 5. Отстойник ОГ-200С оборудован контрольно-измерительными приборами, позволяющими автоматически регулировать уровни раздела "нефть-газ" и "нефть-пластовая вода" в отсеках, а также контролировать давление среды в аппарате и уровни раздела "нефть-газ" и "нефть-вода". Технические характеристики отстойника ОГ-200С указаны в таблице 1.

Таблица 1- технические характеристики отстойника ОГ-200С

пропускная способность по товарной нефти, т/сут	5000
рабочая среда	нефть, газ, вода
рабочее давление, МПа	0,4
температуру среды, °С	90
объем аппарата, м <sup>3</sup>	200
габариты, мм:	
длина	25500
ширина	6700
высота	5800
Масса, кг	45100

#### 1.2.4 Электродегидратор

В сырой нефти содержится вода и твердые примеси, которые необходимо удалить перед глубокой переработкой. Для обезвоживания и обессоливания используется электродегидратор. Горизонтальные электродегидраторы являются наиболее популярными благодаря высокой

производительности, возможности работы при высоких давлениях и температурах, а также низкой стоимости эксплуатации и простоте используемых в них электрических схем. Эмульсия подается через трубу и распределяется в области электрического поля, после чего происходит ее разделение на капли воды и нефти. Очищенная нефть выводится через штуцеры, расположенные в верхней части устройства, а вода удаляется через штуцер в нижней части.

Таким образом, горизонтальный электродегидратор представляет собой эффективное средство для разделения эмульсий на компоненты.

Ниже, на рисунке 4, представлена схема горизонтального электродегидратора.

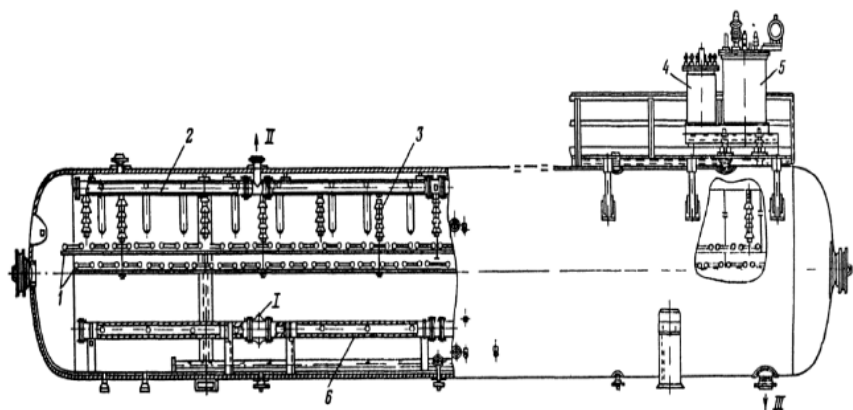


Рисунок 4 – Схема горизонтального электродегидратора[8]

Система состоит из горизонтальной цилиндрической емкости с двумя решетчатыми прямоугольными рамами в качестве электродов 1. Расстояние между электродами может изменяться в диапазоне от 20...40 см. Для подключения электродов используются подвесные проходные изоляторы 3 и два трансформатора 5 типа ОМ-66/35 мощностью 50 кВА каждый. Напряжение между электродами может быть установлено на уровне 11, 33 или 44 кВ. Для защиты электрооборудования используются реактивные катушки типа РОС-50/05, которые размещаются вверху технологической емкости рядом с трансформаторами и ограничивают ток.

Реактивные катушки обладают высокой индуктивностью, что позволяет перераспределять напряжения при увеличении тока и уменьшать разность потенциалов между электродами 1.

Нефтяная эмульсия I, содержащая до 10 % пресной воды и реагент-деэмульгатор, поднимается вверх через распределители эмульсии 6 для отделения воды. Затем эмульсия проходит через зоны разного уровня напряженности электрического поля между электродами. Капли воды, находящиеся в нефти, поляризуются и притягиваются друг к другу, что приводит к их объединению и осаждению. Обезвоженная и обессоленная нефть II выводится сверху аппарата через сборник нефти 2, а отделенная вода III - снизу.

### **1.2.5 Резервуар вертикальный стальной**

Резервуар вертикальный стальной (РВС) используется для хранения нефти, нефтепродуктов и других жидкостей. Такие резервуары имеют объем от нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов литров и представляют собой вертикальный цилиндрический корпус, имеющий плоские днища и крышку. Резервуары могут быть как одностенными, так и двойными, в последнем случае между стенками находится слой изоляции.

Резервуары вертикального типа изготавливаются из высококачественной стали, что обеспечивает им долговечность и надежность. Они могут быть установлены как на открытом воздухе, так и в помещении, в зависимости от требований процесса. Резервуары могут иметь различные дополнительные элементы, такие как трубопроводы для заполнения и опорожнения, насосы, датчики уровня и давления, а также системы безопасности[10].

Резервуары вертикального типа применяются в нефтепромысловых операциях на всех этапах производства нефти, начиная от добычи и заканчивая транспортировкой и хранением. Они могут использоваться для хранения сырой нефти, нефтепродуктов, воды, растворов химических

веществ и других жидкостей. Резервуары вертикального типа также могут использоваться для смешивания различных жидкостей и химических реагентов.

Одним из главных преимуществ РВС является их высокая емкость и удобство хранения. Резервуары вертикального типа обеспечивают высокую герметичность и защиту от утечек жидкостей, что предотвращает загрязнение окружающей среды. Кроме того, РВС позволяют удобно контролировать уровень и качество жидкости, что важно для обеспечения эффективного производства и безопасности технологических процессов.

### **1.2.6. Печи ПТБ-10**

Трубчатая блочная печь ПТБ-10А предназначена для термической обработки нефтяных эмульсий и нефти с содержанием серы, не превышающим 1 % по массе, а также для удаления сероводорода в попутном газе с концентрацией не более 0,1 % по объему в процессе промышленной подготовки и транспортировки. Ниже приведены технические параметры ПТБ-10А[10]:

- 1 Тепловая мощность: 5,5...13,9 МВт;
- 2 Производительность по нагреваемому продукту: 5,5...138,8 кг/с (200-500 т/ч);
- 3 Нагреваемая среда: нефть, нефтяная эмульсия с содержанием сероводорода в попутном газе до 0,1 % по объему;
- 4 Температура нефтяной эмульсии: не менее 5 °С на входе в печь и не более 80 °С на выходе из печи;
- 5 Давление в продуктовом змеевике: не более 6,3 МПа (63 кгс/см<sup>2</sup>);
- 6 Топливо: приподный или попутный нефтяной газ с содержанием сероводорода не более 0,002 % массовых, от автономного ГРП;
- 7 Давление топливного газа: 0,1...0,3 МПа (1...3 кгс/см<sup>2</sup>) на входе в печь и 0,005...0,05 МПа (0,05...0,5 кгс/см<sup>2</sup>) перед камерой сгорания;
- 8 Расход топливного газа: не более 1600 м<sup>3</sup>/ч;

- 9 Коэффициент полезного действия: 88 %;
- 10 Масса печи в нерабочем состоянии: 46600 кг;
- 11 Система пожаротушения: установка азототушения на базе мембранной воздухоразделительной азотной установки типа АПТ-8, а также паротушение.

Камера теплообменная имеет металлический корпус с продуктовыми змеевиками внутри. Дымовые трубы и площадка для обслуживания предохранительных клапанов находятся на потолочной части камеры, а штуцера для подвода инертного газа, пара от системы пожаротушения и штуцер для контроля концентрации воздушной среды - на торцевых стенках корпуса. Камера теплообменная оснащена гляделками с термостойкими стеклами для осмотра внутреннего объема в процессе работы. Камера теплообменная установлена на блоке основания печи, который содержит четыре камеры сгорания, трубопроводы подачи топлива и воздуха, вентиляторные агрегаты и соответствующие основания для их установки на фундаменты[11].

Для работы печи продукт, который необходимо нагреть, поступает в сборный резервуар, где его температура и давление измеряются приборами. После этого продукт направляется в теплообменную камеру через четыре трубопровода. Внутри камеры происходит процесс теплообмена между продуктами сгорания газового топлива и нагреваемой средой, которая перемещается внутри змеевых труб. Кроме продуктового змеевика, в камере установлены змеевики для подогрева топливного газа, который в зимний период нагревается до 65 °С. Подача топливного газа на печь осуществляется с автономной газорегулирующей постовой через змеевик для подогрева или без него в зависимости от условий. Управление потоком газа происходит за счет запорных механизмов. Если давление газа в выключенном змеевике, который находится выше входного, увеличивается, то происходит его переток через обратный клапан. Принцип работы печи остается неизменным.

## 1.2.7 Нефтегазоводоразделители

Нефтегазоводоразделители (НГВР) представляют собой специальные технологические устройства, используемые для разделения нефти и газа на составляющие, а также для их очистки от механических примесей и воды. Они находят широкое применение на всех этапах производства нефти и газа, включая месторождения, объекты транспортировки и переработки.

Наиболее распространенными являются нефтегазоводоразделители с прямым нагревом (НГВРП), которые основаны на принципе разделения смеси нефти и газа на фракции в результате нагрева и испарения жидкой фазы.

Ниже, на рисунке 5, показан нефтегазоводоразделители с прямым нагревом.

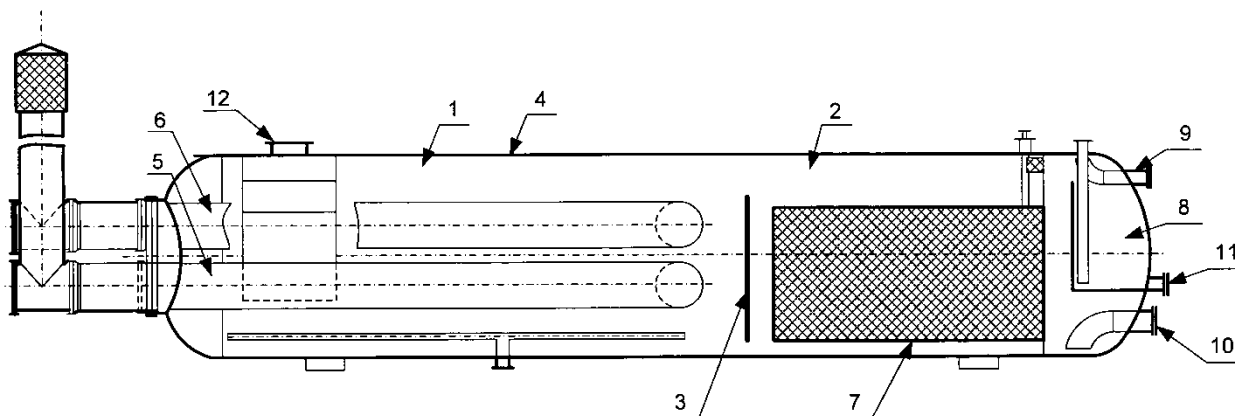


Рисунок 5 – Схема нефтегазоводоразделителя[12]

Газонефтяная смесь подается в секцию 1 нефтегазосепаратора через входную трубу 12, где она нагревается вокруг тепловых трубок 5 и 6 и отделяется на свободный газ и свободную воду. Свободный газ собирается в верхней части корпуса 4, а вода опускается в нижнюю часть и направляется в секцию 2. В блоке коалесценции 7 капли нефти сливаются, образуя крупные скопления и всплывая в нефтяной слой, а вода собирается в нижней части устройства. Выходящая нефть направляется в резервуар для нефти 8, а вода выводится через патрубок 10. Тепловые трубки 5 и 6 имеют форму буквы U, что позволяет эффективнее использовать тепло нагрева. В случае образования эмульсии со средней обводненностью 30...50 %, жаровые

трубки находятся над зоной разделения фаз нефть/вода. Однако, если поступает сильно обводненная эмульсия (до 90 %), уровень разделения фаз нефть/вода может подняться выше горизонтального уровня жаровой трубы 5. Это позволяет оптимизировать процесс работы нефтегазоводоразделителя[12].

Для проверки качества продуктов на входе, берут пробы и определяют их теплоемкость. Если теплоемкость свободной воды превышает контрольное значение теплоемкости жаровой трубы 5, то нижняя жаровая труба отключается, чтобы исключить нагрев свободной воды и снизить расход топливного газа, а также уменьшить процессы коррозии нагревательных элементов. Сепаратор нефти и газа может обрабатывать различные смеси, включая устойчивую эмульсию и расслоенную водонефтяную смесь, и может заменить несколько аппаратов на месторождениях с парафинистыми и высокопарафинистыми нефтями. Однако, для достижения требуемого качества обезвоживания, могут потребоваться специализированные технологии, такие как высокие температуры, химические реагенты, промывочная вода и методы удаления механических примесей. Производительность сепаратора зависит от нескольких факторов, включая требуемую температуру нагрева, содержание воды в нефти и стойкость эмульсии, и может составлять примерно 2000...3000 тонн в сутки[12].

Обычно на месторождениях для обезвоживания нефти используются автономные установки, которые состоят из печей, устройств для дозирования химических реагентов, отстойного оборудования, специальных устройств для удаления механических примесей, насосов и других компонентов. Однако, НГВРП предлагает альтернативный подход, представляющий собой аппарат, включающий в себя секцию подогрева, обезвоживания и очистки воды. В секции подогрева установлены специальные устройства для удаления механических примесей, которые могут нагреть нефть до необходимой

температуры, обеспечить необходимое время отстоя и удалить механические примеси.

Можно сделать вывод, что НГВРП мог бы заменить многие технологические установки для подготовки нефти и стать ее основным элементом.

### **1.2.8 Установка подготовки нефти "Хитер-Тритер"**

Установка подготовки нефти "Хитер-Тритер" представляет собой инновационную технологию, используемую на месторождениях для обезвоживания нефти. Эта установка включает в себя несколько компонентов, таких как теплообменник, тепловую камеру, газоотделитель, обезвоживающую секцию и фильтр.

Основной принцип работы установки "Хитер-Тритер" заключается в использовании теплоты газовых выбросов, которые образуются в процессе работы технологических установок. Теплообменник в установке позволяет использовать эту теплоту для нагрева нефти до необходимой температуры. Затем нефть поступает в тепловую камеру, где происходит отделение газовых примесей от нефти. Далее нефть проходит через газоотделитель, где оставшиеся газовые примеси удаляются из нефти.

После этого нефть поступает в обезвоживающую секцию, где удаляются вода и другие примеси. Фильтр в установке "Хитер-Тритер" позволяет удалить остаточные механические примеси из нефти.

Преимущества установки "Хитер-Тритер" заключаются в том, что она является эффективным и экономичным способом обезвоживания нефти на месторождениях. Она позволяет снизить затраты на энергию и уменьшить количество отходов, так как использует газовые выбросы для нагрева нефти.



Также установка "Хитер-Тритер" обеспечивает высокое качество обезвоживания нефти, что является важным фактором при ее дальнейшей переработке.

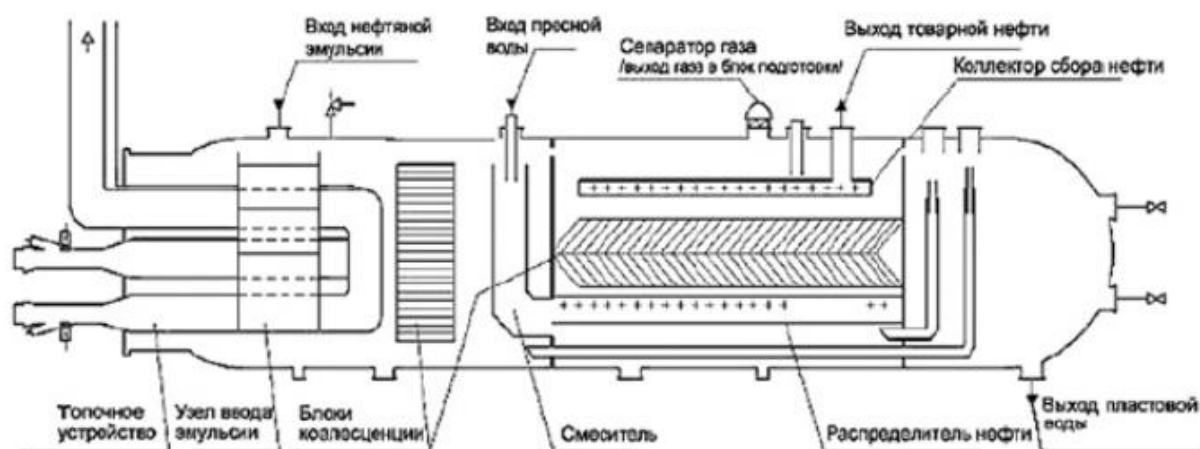


Рисунок 6 – Принципиальная схема установки «хитер-тритер»[9]

Фильтрация осуществляется с помощью специальных пластин из полипропилена, которые имеют профилированную структуру и расположены в слоях. При использовании рифленых пластин, размещенных рядом друг с другом, увеличивается площадь для коагуляции, что способствует слиянию капель нефти. В результате образуется более крупная нефтяная глобула, которая перемещается вверх к нефтяной фазе, тогда как вода оседает в нижней части емкости под воздействием силы тяжести. Собранная нефть затем поступает в сборный карман и выводится из аппарата через патрубок. Вода, выделенная из эмульсии в жанровой секции и на фильтрах, также оседает на дне емкости и выводится через патрубки для сброса пластовой воды.

### 1.3 Основные направления совершенствования промышленной подготовки нефти

#### 1.3.1 Мобильная установка подготовки нефти

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано на установках промышленной подготовки и налива нефти при переработке нефтегазоводяной эмульсии в товарную нефть. Мобильная

установка подготовки и налива нефти включает основной технологический блок с установленными в нем и последовательно соединенными фильтром сетчатым грубой очистки входящего потока, теплообменником нагрева входящей газожидкостной смеси, трехфазным сепаратором, двухфазным сепаратором нефти, выход которого соединен через фильтр нефти с насосом подачи в устройство налива нефти в автоцистерны, а выход трехфазного сепаратора соединен через фильтр воды с насосом подачи в устройство налива воды в автоцистерны. Причем в линию подачи нагретой в теплообменнике газожидкостной смеси в трехфазный сепаратор встроен блок дозирования деэмульгатора. Установка содержит дополнительный блок подготовки теплоносителя, соединенный через фильтр и насос с выходом двухфазного сепаратора нефти и обеспечивающий циркуляцию теплоносителя через теплообменник. Изобретение позволяет увеличить мобильность установки с возможностью перемещения ее блоков-контейнеров любым видом транспорта, уменьшить металлоемкость установки за счет упрощения технологического оборудования подготовки нефти, а также осуществлять собственную автоматизированную систему налива воды и нефти[13].

Ниже, на рисунке 7, представлена схема мобильной установки подготовки нефти.

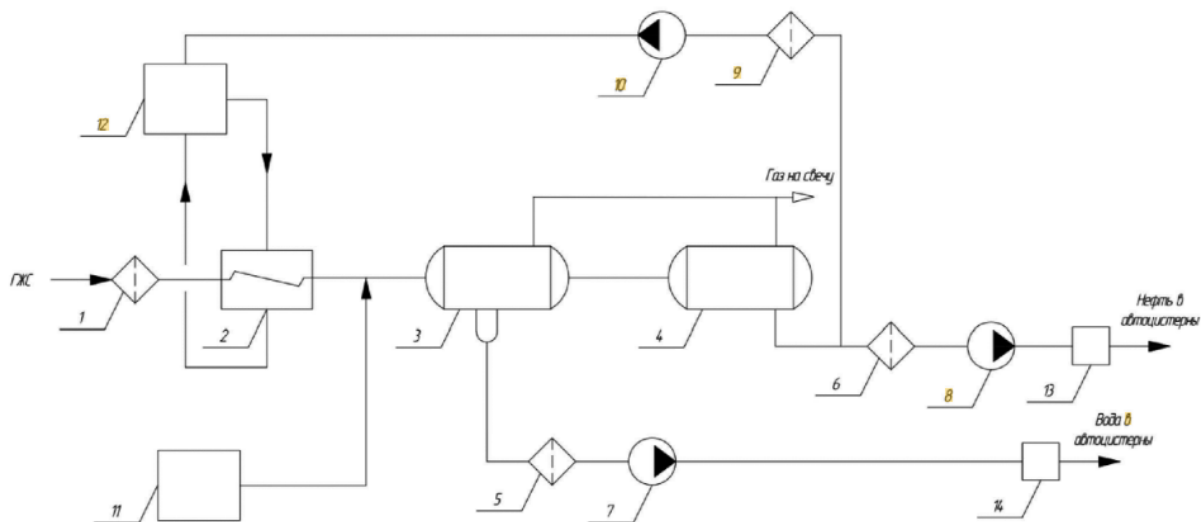


Рисунок 7 - Схема мобильной установки подготовки нефти[13]

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано на установках промысловой подготовки и налива нефти при переработке нефтегазоводяной эмульсии в товарную нефть.

Задачей и техническим результатом изобретения является увеличение мобильности установки с возможностью перемещения любым видом транспорта, уменьшение металлоемкости за счет упрощения технологического оборудования подготовки нефти, осуществление собственной автоматизированной системы налива готовой продукции. Кроме того, изобретение позволяет повысить эффективность промысловой подготовки нефти за счет обеспечения предварительного подогрева сырьевого потока и ввода в него деэмульгатора.

Задача решается и технический результат достигается мобильной установкой подготовки и налива нефти, включающей основной технологический блок с установленными в нем и последовательно соединенными фильтром сетчатым грубой очистки входящего потока, теплообменником нагрева входящей газожидкостной смеси, трехфазным сепаратором, двухфазным сепаратором нефти, выход которого соединен

через фильтр нефти с насосом подачи в устройство налива нефти в автоцистерны, а выход трехфазного сепаратора соединен через фильтр воды с насосом подачи в устройство налива воды в автоцистерны, причем в линию подачи нагретой в теплообменнике газожидкостной смеси в трехфазный сепаратор встроен блок дозирования деэмульгатора, а также содержащей дополнительный блок подготовки теплоносителя, соединенный через фильтр и насос с выходом двухфазного сепаратора нефти и обеспечивающий циркуляцию теплоносителя через теплообменник.

Сущность изобретения поясняется блок-схемой мобильной установки подготовки нефти.

Мобильная установка подготовки нефти в составе основного блока включает фильтр сетчатый газожидкостной смеси 1, теплообменник газожидкостной смеси 2, трехфазный сепаратор 3, двухфазный сепаратор нефти 4, фильтры сетчатые: по потоку воды 5, по потокам нефти 6 и 7, насос воды 8, насосы нефти 9 и 10, узел дозирования деэмульгатора 11. Кроме того установка содержит отдельно расположенный дополнительный блок подготовки теплоносителя 12 и устройства налива нефти и воды в автоцистерны, соответственно 13 и 14.

Работа установки осуществляется в следующей последовательности.

Газожидкостная смесь (ГЖС) поступает на вход мобильной установки, где проходит через фильтр сетчатый газожидкостной смеси 1 и далее подогревается в теплообменнике подогрева газожидкостной смеси 2 за счет циркуляции теплоносителя из блока подготовки теплоносителя 12. После нагрева газожидкостной смеси в нее подается деэмульгатор из блока дозирования деэмульгатора 11. Далее поток ГЖС поступает в трехфазный сепаратор 3, где происходит отделение свободного нефтяного газа и разделение водонефтяной эмульсии на нефть и воду.

Вода из трехфазного сепаратора поступает через сетчатый фильтр воды 5 на вход насоса воды 7, далее поток направляется на заполнение автоцистерн через устройство налива воды 14[13].

Нефть из трехфазного сепаратора направляется в двух фазный сепаратор нефти 4 для отстоя и дегазации. Трехфазный сепаратор 3 и сепаратор нефти 4 укомплектованы блоками предохранительных клапанов для защиты оборудования от избыточного давления.

Дегазированная нефть после сепаратора нефти 4 поступает на вход насоса нефти 8 через сетчатый фильтр нефти 6 и направляется на заполнение автоцистерн через устройство налива нефти 13. Часть потока нефти посредством насоса нефти 10 через сетчатый фильтр 7 перекачивается в блок подготовки теплоносителя 12 в качестве топлива.

Все узлы установки являются общеизвестными, выполнены в стандартном исполнении. Они размещены в блоках-контейнерах, имеющих габаритные размеры и вес, которые позволяют перевозить их автомобильным транспортом по дорогам общего пользования без получения специального разрешения. После транспортировки блоков-контейнеров на место эксплуатации осуществляется их монтаж в единую технологическую установку.

Установка включает также контрольно-измерительное оборудование, систему трубопроводов, связывающую оборудование блоков-контейнеров между собой.

Таким образом, предложенное изобретение позволяет увеличить мобильность установки с возможностью перемещения ее блоков-контейнеров любым видом транспорта, уменьшить металлоемкость установки за счет упрощения технологического оборудования подготовки нефти, а также осуществлять собственную автоматизированную систему налива воды и нефти.

### **1.3.2 Нефтегазовый сепаратор**

Данное изобретение относится к оборудованию, используемому на нефтяных скважинах для отделения газа и воды от нефти. Представленный нефтегазовый сепаратор имеет горизонтальный цилиндрический корпус с

поперечными перегородками и отсеком для отделенной нефти. Перегородки устанавливаются параллельно и связаны с корпусом вертикальными продольными ребрами, при этом верхний край каждой последующей перегородки смещается вниз относительно верхнего края предыдущей перегородки. Количество пар перегородок может быть разным, от одной до трех. Для глубокой дегазации безводной нефти, нижний край второй перегородки каждой пары устанавливается к нижней части корпуса с зазором, площадь которого не превышает 10% площади сечения штуцера для вывода нефти. При использовании нефтегазового сепаратора с водосбросом, он дополнительно оснащается штуцером для вывода воды, расположенным внизу корпуса перед последней перегородкой. Использование данного нефтегазового сепаратора позволяет повысить эффективность процесса отделения газа и воды от нефти, улучшить качество подготовки нефти и снизить ее содержание воды и газа.

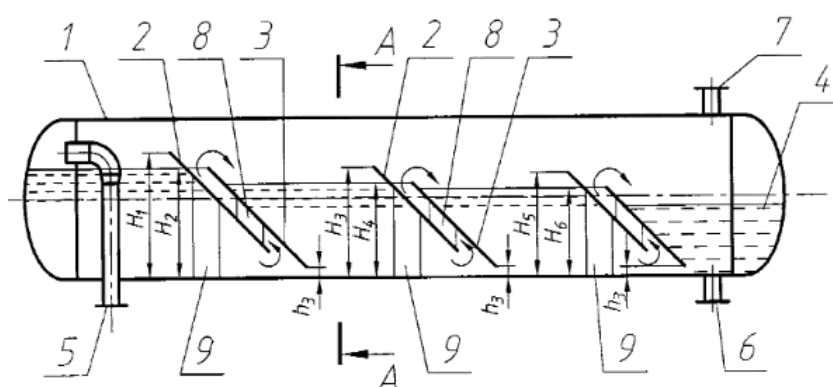


Рисунок 8 – Нефтегазовый сепаратор[14]

Суть предлагаемой инновационной модели иллюстрируется на рисунке 10, где показан вариант нефтегазового сепаратора для глубокой дегазации нефти с низким содержанием взвешенной воды. На рисунке 8 обозначены основные элементы: горизонтальный цилиндрический корпус 1, поперечные перегородки 2 и 3, накопительный отсек для отсепарированной нефти 4, штуцеры для ввода нефти 5, вывода отсепарированной нефти 6 и вывода газа 7, а также вертикальные продольные ребра 8 и 9. Предложенный нефтегазовый сепаратор для глубокой дегазации нефти с низким

содержанием взвешенной воды имеет горизонтальный цилиндрический корпус 1 с поперечными перегородками 2 и 3, которые устанавливаются попарно и параллельно, соединенные между собой вертикальными продольными ребрами 8. В корпусе также присутствует накопительный отсек 4 для отсепарированной нефти, штуцеры 5 и 6 для ввода и вывода нефти соответственно, а также штуцер 7 для вывода газа. Перегородки установлены под острым углом к нижней образующей корпуса сепаратора, направленные к штуцеру ввода нефти.

Вторая перегородка 3 в каждой паре перегородок установлена с зазором  $h_3$  к нижней образующей корпуса, площадь которого составляет не более 10% площади сечения штуцера вывода нефти 6. Перегородки 2 установлены с зазором к верхней и нижней образующим корпуса и размещены таким образом, что верхний край каждой последующей перегородки смещен вниз относительно предыдущей, т.е. высоты  $H_1 > H_2$ ;  $H_3 > H_4$ ;  $H_5 > 6$  и  $H_2 > H_4 > H_6$ . Каждая из перегородок 2 для жесткости связана с корпусом 1 вертикальными продольными ребрами 9.

Нефтегазовый сепаратор для глубокой дегазации нефти, не содержащей большого количества взвешенной воды, показанный на рисунке 10, работает следующим образом.

В этом аппарате происходит только дегазация нефти. Исходную нефтегазоводную смесь вводят в аппарат через штуцер 5. Интенсивнее всего газ выходит из верхнего слоя нефти, где меньше всего давление. При прохождении нефти от штуцера ее входа 5 к отсеку для отсепарированной нефти 4 сверху вниз по отсекам между парными перегородками 2 и 3 слои нефти перемешиваются между этими перегородками и в верхней части последующего отсека оказываются слои нефти, которые в предыдущем отсеке были ниже. Таким образом, достигается более полная дегазация нефти, чем в известных аналогах. Нефть из этого аппарата выводят через штуцер 6, а газ через штуцер 7[14].

Основное отличие работы заявляемого устройства от прототипа - обновление поверхности нефти перед каждой перегородкой, поскольку нефть здесь движется не только вдоль аппарата, но и сверху вниз между каждой парой перегородок. При расчетах конструкции принималась модель идеального смешения в каждой ступени процесса.

Перетекание нефти через перегородки 3 обеспечивается тем, что площадь зазора между нижними краями перегородок 3 и нижней образующей аппарата составляет меньше 10 % площади сечения выходного штуцера 6. Большое гидравлическое сопротивление этого зазора заставляет нефть подниматься до уровня перегородок 3.

Для гарантии эффективности работы аппарата глубокой дегазации (рисунок 8) уровень нефти в накопительном отсеке 4 желательно поддерживать максимально высоким для уменьшения паразитных перетечек под перегородками.

Предлагаемое устройство предоставляет возможность улучшить качество подготовки нефти путем повышения эффективности процесса, что приводит к снижению содержания воды и газа в нефти. Снижение содержания газа в нефти при применении аппарата, показанного на рисунке 8 приводит к уменьшению потерь углеводородов, поскольку такой аппарат предназначен в основном для концевой ступени сепарации, где давление настолько мало, что выделяющийся газ практически на всех установках сжигают на факеле или рассеивают в атмосфере.

Наклонное расположение поперечных перегородок под острым углом в направлении к штуцеру входа нефти 4 обеспечивают более эффективную коалесценцию капель воды и значение межфазной поверхности нефть-газ в отсеках между перегородками, что приводит к улучшению дегазации нефти. Наличие продольных вертикальных ребер, связывающих парные перегородки друг с другом и с корпусом, обеспечивает жесткость конструкции и больший срок ее службы из-за уменьшения напряжения в металле перегородок.



Ограничение числа пар перегородок в аппарате тремя штуками (в чертеже прототипа приведено 6 перегородок) удешевляет конструкцию, снижает габариты установки и удешевляет строительство.

## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

При создании данной работы была взята цель, которая направлена на составление субъективной оценки конкурентоспособности проекта, разработки оптимального варианта развития и составления плана финансовой стороны проекта, который выход в рамках проведения исследовательской работы. Кроме того, в работе производится оценка коммерческой значимости, которая проявляется в наличие высоких показателей с технической стороны по сравнению с разработками конкурентов. Для оценки данного критерия разработчик должен дать точные ответы на следующие вопросы: сможет ли проект добиться высоких показателей конкурентоспособности на рынке? Какой бюджет следует заложить для грамотной реализации работы? Будет ли окупаемость работы? Когда работа сможет выйти на конкурентный рынок?

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- 1 Оценка коммерческого потенциала разработки;
- 2 Планирование исследовательской работы;
- 3 Расчет бюджета исследовательской работы;
- 4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

Цель – исследования технологии промышленной подготовки нефти.

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

#### **4.1.1 Анализ конкурентных технических решений**

Современный рынок имеет тенденцию регулярно модернизироваться, поэтому для работы в конкурентной среде следует регулярно составлять оценку со всеми деталями. На основе полученных статистических данных

можно понять, какие направления выбрать для модернизации проекта, чтобы выйти на конкурентный рынок с преимуществами. При составлении анализа важно использовать реальные данные, и субъективно составлять оценку.

Для разработки анализа следует учитывать все полученные статистические данные[15]:

- 1 характеристика технической стороны проекта;
- 2 оценка конкурентоспособности проекта на рынке;
- 3 степень готовности работы, где следует оценить наличие готового макета или прототипа;
- 4 финансовый вопрос;
- 5 степень работы на рынке;
- 6 финансовую сторону работы конкурентов, и направления, по которым может произойти модернизация.

В ходе исследования были рассмотрены два конкурирующих исследования технологии промышленной подготовки нефти[15]:

- 1 Схема системы подготовки нефти при низкой минерализации пластовой жидкости;
- 2 Схема системы подготовки нефти при высокой минерализации пластовой жидкости.

Эффективность исследовательского проекта и возможности вывести работу на новый уровень можно оценить, составив анализ на основе полученных статистических данных такие показатели, как эффективность использования ресурсов и материалов, а так же сбережение. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности	0,07	5	3	2	0,35	0,21	0,14
2. Легкость пользования (которая строится на основе пожеланий потребителей на рынке)	0,20	5	3	4	1,0	0,60	0,8
3. Экономичность энергетического сектора	0,10	5	5	4	0,5	0,5	0,4
4. Уровень надежности	0,05	5	4	4	0,25	0,20	0,20
5. Степень безопасности проекта	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	3	3	0,35	0,21	0,21
2. Уровень проникновения на рынок	0,06	5	5	4	0,30	0,30	0,24
3. Стоимость	0,08	5	4	4	0,40	0,36	0,36
4. Возможный срок пользования	0,08	5	5	5	0,40	0,40	0,40
5. Техническое обслуживание проекта	0,07	5	4	2	0,35	0,28	0,14
6. Финансовый сегмент проекта	0,03	4	4	5	0,12	0,12	0,15
7. Срок выхода на рынок	0,05	5	3	3	0,25	0,15	0,15
8. Наличие сертификации разработки	0,05	4	5	2	0,20	0,25	0,10
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>4,92</b>	<b>4,03</b>	<b>3,74</b>

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i,$$

где K – конкурентоспособность проекта; B<sub>i</sub>- вес показателя; B<sub>i</sub>- балл показателя.

Оценив все параметры, следует отметить, что способность вести здоровую конкуренцию на рынке достигает показателя в 4,92, что выше, чем показатели других вариантов. Данный показатель дает понять, что данный проект будет котироваться на рынке, поскольку он не только оптимален в области эксплуатации, но и способен экономить энергию, а срок пользования высок. Проведя все расчеты, можно увидеть преимущества данного проекта,

и понять, что разумно вводить в эксплуатацию данную исследовательскую работу.

#### 4.1.2 SWOT-анализ

SWOT – это аббревиатура, в которой каждая буква имеет свое собственное значение, определяющее показатель. Strengths в данном случае обозначает силу. Weakness относится к слабости, Opportunities - возможные Threats – это угрозы. Подобная аббревиатура используется, чтобы составить оценку исследовательской работе. В частности, данный раздел посвящен оценке влияние на внешние и внутренние стороны работы[15].

Вначале идет анализ сторон, которые представлены с сильной или слабой стороны. А затем идет вывод о вероятности угрозы для воплощения работы. Кроме того, уделяется внимание угрозам, которые могут повлиять из внешних источников. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 7.

Таблица 16 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
С1. Легкий вариант внедрения	Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки.
С2. степень адекватности	Сл2. Отсутствие сертификации.
С3. актуальные данные были применены для разработки проекта	Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения опытного испытания.
С4. разумные временные и финансовые затраты	Сл4. Отсутствие бюджетного финансирования.
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
В1. применение современного типа инфраструктуры НИ ТПУ.	У1. Отсутствие спроса на новые технологии.
В2. формирование теоретически возможного спроса	У2. высокие показатели конкуренции
В3. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных разработок.	У3. утверждение дополнительных требований со стороны государства для получения сертификата на проект
	У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.

Когда четыре типа выделены, можно начать воплощать в жизнь вторую фазу, в которой можно выделить не только достоинства, но и недостатки исследовательской работы во внешних условиях окружающей среды. Проведя анализ данных показателей, можно определить, нужна ли модернизация стратегии, или следует остановиться на текущем варианте.

Подобная фаза строится на необходимости составить интерактивный вариант матрицы исследования. Сфера применения используется, чтобы составить разнообразные наборы связей, которые осуществляют деятельность взаимно, областей матрицы SWOT. Все аспекты помечены как положительные или отрицательные, чтобы показать, что у возможностей в большей части сильные показатели. При недостатке данных, присваивается нулевой вариант.

Соотношения параметров представлены в таблицах 8–11

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

<b>Возможности проекта</b>		C1	C2	C3	C4
	B1	-	-	-	+
	B2	-	-	-	+
	B3	+	+	+	-

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

<b>Возможности проекта</b>		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	+
	B2	-	-	0	+
	B3	+	+	+	0

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

<b>Угрозы проекта</b>		C1	C2	C3	C4
	У1	0	+	0	-
	У2	+	+	+	+
	У3	-	-	-	0
	У4	-	-	-	-

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта ислабые стороны»

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	чСл4
	У1	+	+	+	0
	У2	0	+	0	-
	У3	-	0	-	-
	У4	-	+	-	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 12.

Таблица 21 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта</b>  С1. легкость использования.  С2. уровень адекватности проекта.  С3. актуальные статистические данные для принятия решения.  С4. Высокие показатели затрат в финансовой и временной сфере.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта</b>  Сл1. Недостаток рабочего прототипа исследовательской работы.  Сл2. Нет сертификата на выполнение работы.  Сл3. Нет аппаратуры, без которой невозможно провести научную работу.  Сл4. Ограниченность финансирования для проведения исследования.</p>
<p><b>Возможности</b>  В1. Применение инфраструктуры, которая относится к инновационным разработкам. НИ ТПУ.  В2. Формирование теоретически возможного спроса на полученные разработки.  В3. падение актуальности и преимущества разработок, вышедшие на конкурентный рынок.</p>	<p><b>Направления развития</b>  Легкий способ использования, разумность полученного результата, применение актуальных статистических данных способствует росту спросу и уровню конкурентоспособности научно-исследовательской работы НИР (В3,С1,С2,С3).   Если включить современные системы в работу, то время разработки вырастет и в проект вольются дополнительные финансовые средства (В1,В2,С4).</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b>  Воздействие на финансовый сегмент проекта и сертификацию могут введенные современные инфраструктуры (В1,В2,Сл2,Сл4).   Требуется уменьшить показатель конкурентоспособности полученных разработок и увеличить круг применения научно-исследовательской работы в другие организации (В3,Сл1,Сл2,Сл3).</p>

<b>Угрозы</b>	<b>Угрозы развития</b>	<b>Уязвимости</b>
<p>У1. Снижение спроса на инновационное оборудование.</p> <p>У2. Высокие показатели конкуренции.</p> <p>У3. Утверждение новых требований на государственном уровне по вопросам сертификации.</p> <p>У4. Запоздалая поддержка научно-исследовательской</p>	<p>Применение актуальных данных, легкость восприятия и адекватность математической структуры помогает спросу и конкуренции выйти на новый уровень, что помогает снизить финансовое влияние на проект (С1,С2,С3,У1,У2,У4).</p> <p>Поскольку проект не требует крупных затрат, можно выделить дополнительное финансирование в другие области, в частности, на сертификацию (С4,У3)</p>	<p>Нехватка обоснованного прототипа, сертификации и разработки в научном плане, отсутствие сферы для применения в предприятиях с классическими способами воздействия на нефть вызовет нехватку спроса на рынке (У1,У2,Сл1,Сл2,Сл3), а нехватка финансовых вложений приведет к отказу при получении сертификата (У3,Сл4).</p>

В результате SWOT-анализа показано, что преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

## **4.2 Планирование научно-исследовательских работ**

### **4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Процесс составления плана производится строго поэтапно. Среди фаз можно выделить следующие[16]:

- 1 Выделение фаз работ, которые необходимо проделать для проведения научной работы;
- 2 Решение о количестве исполнителей, которые смогут выполнить определенный этап;
- 3 Фиксирование количества времени для выполнения каждого этапа;
- 4 Составление графика, где указаны этапы исследовательской работы. Линейное планирование – это традиционный вариант, который помогает оптимально провести работу.

В итоге проведенной работы по планированию следует составить график в линейной форме для лучшего восприятия и оценки информации.



Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 22

Таблица 22 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Ключевые фазы работы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Формирование задания технической части	1	Сбор информации и подтверждение цели технических составляющих	Научный руководитель
	2	Календарь работ, которые следует проделать в ходе исследования	Студент, научный руководитель
Определения цели научного анализа	3	Сбор информации из соответствующих литературных источников и оформления обзора литературных ресурсов	Студент
	4	Разработка списка на патент	Студент
	5	Выбор способов обработки информации	Студент
Части теории и практики проделанной работы	6	Составление плана	Студент, научный руководитель
	7	Непосредственное научное исследование	Студент
Учет и анализ полученных статистических данных	8	Анализ статистических данных	Студент
	9	Анализ уровня адекватности информации	Студент, Научный руководитель
Составление отчета по исследовательской работе и сбор необходимого пакета документации	10	Составление пояснительной записки	Студент

#### 4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

На трудовые расходы приходится большая часть установленного бюджета, который рассчитан на выполнение научных анализов. Смету можно вывести только, если учесть показатели трудоемкости. Для определения значения выведена конкретная формула, в которой следует указать несколько ключевых параметров.

Показатель трудоемкости, можно вывести с помощью расчета

следующих параметров:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5},$$

где  $t_{ожi}$  – трудоемкость, которая получается в ходе предполагаемых расчетов с учетом конкретного типа работы;

$t_{min i}$  – значение трудоемкости, которое предоставляется минимально возможном варианте;

$t_{max i}$  – показатель трудоемкости, которой можно добиться при максимально оптимальных условиях.

Если точно знать показатель трудоемкости, которую хочется получить в ходе оценки, то можно вывести значения того, сколько работы можно проделать на определенное количество дней. Показатель можно вывести, если оценить, сколько исполнитель с разными характеристиками, могут проделать. Зарплата вычисляется по формуле с учетом всех показателей.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – показатель работы, которую можно выполнить в указанные рабочие дни;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_k,$$

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

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

$k_k$  – календарных коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_k = \frac{T_k}{T_k - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 23.

Таблица 23 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{\min}$ , чел-дни		$t_{\max}$ , чел-дни		$t_{ож\ i}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания	6	-	8	-	6,8	-	6,8	10
2. Календарное планирование выполнения работ	2	4	4	7	2,8	5,2	4,0	5
3. Изучение литературы, составление литературного обзора	-	9	-	18	-	12,6	12,6	18
4. Патентный список	-	4	-	6	-	4,8	4,8	7
5. Выбор методов исследования	-	6	-	8	-	6,8	6,8	10
6. Планирование разработки исследования	2	5	5	7	3,2	5,8	4,5	6
7. Проведение исследования	-	26	-	30	-	27,6	27,6	40
8. Обработка полученных данных	-	10	-	12	-	10,8	10,8	15
9. Оценка адекватности полученных результатов	2	4	4	6	2,8	4,8	3,8	5
10. Составление пояснительной записки	-	12	-	14	-	12,8	12,8	18

<b>Итого:</b>					<b>15,6</b>	<b>91,2</b>	<b>94,5</b>	<b>134</b>
---------------	--	--	--	--	-------------	-------------	-------------	------------

*Примечание:* Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – студент.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 24).

Таблица 24 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп.	$T_{ki}$	Продолжительность работ														
				февраль			март			апрель			май			июнь		
				к.дн.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Формирование и подтверждение технической цели и графика с планом развития	Исп.1	10	///														
2	Календарь запланированных мероприятий в ходе исследований	Исп.1 Исп.2	5		///	■												
3	Изучение литературы, составление литературного обзора	Исп.2	18			■	■											
4	Патентный список	Исп.2	7				■											
5	Выбор методов исследования	Исп.2	10					■										
6	Планирование разработки исследования	Исп.1 Исп.2	6						///	■								
7	Проведение исследования	Исп.2	40							■	■	■	■					
8	Оценка информации, которые вывели в ходе исследования	Исп.2	15										■	■	■			
9	Анализ уровня адекватности полученной информации	Исп.1 Исп.2	5												///	■		
10	Процесс формирования пояснительной записки	Исп.2	18														■	■

Примечание:

/// - Исп.1 (научный руководитель) ■ - Исп.2 (студент)

### **4.3 Бюджет научно-технического исследования**

Для исследований, которые проводятся в научной и технической областях, требуется запланировать средства, необходимые для воплощения всех проектов. Всего в исследовании выделено несколько категорий затрат:

- 1 Затраты на материальную базу, которые требуются для проведения работы в научном и техническом плане;
- 2 Расходы, которые потрачены на специально разработанную аппаратуру для проведения работ в экспериментальном плане;
- 3 Основная часть зарплаты, которая уходит на сотрудников, воплощающих проект;
- 4 Дополнительная часть зарплаты, которые будут выплачены сотрудникам, которые работают над проектом;
- 5 Затраты на фонды, которые не учтены в бюджет;
- 6 Расходы по накладным.

#### **4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования**

Затраты на материальную базу – это средства, которые требуются для закупки необходимого сырья и ресурсов, которые нужны для формирования продукции, которая подходит для эксплуатации.

В раздел включены затраты, которые необходимы для закупки ресурсов, потраченные на изучения процесса и подготовки нефти.

Результаты расчета затрат представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Затраты на разработку модели

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Набор канцелярских принадлежностей	400	4	1 600
Бумага класса А4	800	2	1 600
Картридж для использования лазерного принтера	5960	1	5 960
<b>Итого:</b>			<b>9 160</b>

#### 4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ, который относится к компании Samsung. Если посмотреть данные с технического паспорта, можно сказать, что оптимальный срок пользования не превышает 5 лет.

Таблица 26 - Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	5	70	70
<b>Итого</b>		<b>70 тыс. руб.</b>			

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_a = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_a * И}{12} * m,$$

где И – итоговая сумма, тыс.руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учетом того, что срок полезного использования составляет 5 года:

$$N_a = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{N_a * И}{12} * m = \frac{0,2 * 70000}{12} * 4,3 = 5017 \text{ руб.}$$

### 4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Данный раздел посвящен оценки заработной плате, которая приходится на научного руководителя и инженера. Кроме того, следует учитывать, сколько сил придется вложить для воплощения проекта, и какая система оклада работает в данной системе.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p,$$

где  $Z_{дн}$  - среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  - продолжительность работ, выполняемых работником, рабочих дней (таблица 13).

Зарплата, на которую тратят деньги из бюджета, можно рассчитать:

Если сотрудники работают в течении 6 дней, то можно вывести следующие показатели:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} = \frac{51285 * 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}$$

где  $Z_m$  - месячный должностной оклад работника, руб.;  $F_d$  - действительный фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;  $M$  - количество месяц работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 рабочих дня -  $M = 11,2$  месяца, 5-ая рабочая неделя;
- при отпуске в 56 рабочих дней -  $M = 10,3$  месяца, 6-ая рабочая

неделя

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 * 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.},$$

Должность оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_{\text{р}} = 26300 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

– для студента:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_{\text{р}} = 17000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где  $Z_{\text{мс}}$ - заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $K_{\text{пр}}$ - премиальный коэффициент, равен 0,3;  $K_{\text{д}}$ - коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $K_{\text{р}}$ - районный коэффициент, равен 1,3.

Таблица 26 – баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52/14	104/14
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	48/5	24/10
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 27 –Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{\text{мс}}$ , руб	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб	$T_{\text{р}}$ , раб.дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб
Научный руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	15,6	33497,88
Студент	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	91,2	158970,72
<b>Итого:</b>								<b>192 468</b>

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для научного руководителя



$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 33497,88 = 5024,682$$

– для студента

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}} = 0,15 * 158970,72 = 23845,518$$

где  $k_{\text{доп}}$  - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

### **4.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для научного руководителя

$$\begin{aligned} З_{\text{внеб}} &= k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 * (33497,88 + 5024,682) \\ &= 11556,77 \end{aligned}$$

– для студента

$$\begin{aligned} З_{\text{внеб}} &= k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 * (158970,72 + 23845,18) \\ &= 54844,77 \end{aligned}$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во фонды, которые находятся вне установленного бюджета (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование).

### **4.3.4 Накладная расходы**

Накладные расходы состоят из нескольких пунктов, которые требуются для воплощения проекта. В частности, требуется копировать некоторые документы или материалы, или затраты на связь. Сумма 5 статьи затрат рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 28 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
5017	9160	192468	28870	66401	301916

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) * K_{\text{пр}},$$

где  $K_{\text{пр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости исследование процесса и подготовки нефти, приведенной в таблице 29.

В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 29 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	9160	7145	10238	Пункт 4.2.3.1
2	Затраты на использование специально разработанный аппаратуры	5017	24563	44529	Пункт 4.2.3.2
3	Затраты на выплаты заработной платы сотрудникам, которые принимали непосредственное участие в воплощении проекта	192468	200391	189365	Пункт 4.2.3.3

4	Затраты, которые выплачивают в дополнительном сегменте сотрудникам, участвующим в проекте	28870	40078,2	28404,75	Пункт 4.2.3.3
5	Затраты на внесение платежей в фонды, которые не входят в основной бюджет	66401	72140,76	65330,93	Пункт 4.2.3.4
6	Накладные расходы	60383,2	68863,59	67573,5	Пункт 4.2.3.5
<b>Бюджет затрат НИР</b>		<b>362299,2</b>	<b>413181,55</b>	<b>405441,2</b>	Сумма ст. 1- 6

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

Уровень эффективности проекта можно оценить при помощи интегрального значения эффективности в финансовом плане или эффективности ресурсов, затраченных для воплощения проекта.

**Интегральный показатель финансовой эффективности** научного исследования выведен за счет анализа всех средств, которые требуется затратить на воплощение трех проектов. В качестве основной части расчета, который рассматривается в качестве знаменателя, выбран интегральное значение воплощения технической цели с максимальным значением. В уравнении данный показатель следует соотнести с затратами, которые придется вложить для воплощения всех вариантов исполнения проектов.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральное значение разработки в финансовом сегменте;

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

$\Phi_{\text{max}}$  – максимально возможная цена введения системы в эксплуатацию.

$$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 362299,20 \text{ руб}, \Phi_{\text{исп.2}} = 413181,55 \text{ руб}, \Phi_{\text{исп.3}} = 405441,20 \text{ руб}.$$

Если оценивать все варианты из расчета показателей эффективности в финансовом плане, и учитывать консолидированные значения финансового сегмента, то вариант 1 можно признать оптимальным.

**Интегральный показатель ресурсоэффективности** вариантов выполнения НИР определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра.

Таблица 30 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

<b>Объект исследования</b> <b>Критерии</b>	<b>Весовой коэффициент параметра</b>	<b>Текущий проект</b>	<b>Исп.2</b>	<b>Исп.3</b>
1. Уровень защиты от применения оборудования	0,2	5	5	4
2. Показатель стабильности функционирования	0,3	5	4	4
3. Характеристики технологической стороны	0,2	4	4	3
4. Характеристики механического сегмента	0,1	5	4	5
5. Емкость материалов	0,2	5	3	4
<b>ИТОГО</b>	<b>1</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>	<b>3,9</b>

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,8$$

$$I_{p2} = 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 = 4,5$$

$$I_{p3} = 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 3 + 0,1 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 = 3,9$$

Значение интегрального типа, в котором рассматривается уровень эффективности вариантов развития проекта можно оценить при помощи значения эффективности ресурсов и положения финансовой сферы можно при помощи:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр.}i}}$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР

сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 22).

Таблица 31 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	1	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	4,5	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	5,45	4,50	3,98
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83	0,73

Если оценить результаты анализа, где сравнивают интегральные показатели в среднем значении, то можно сказать, что вариант 1 оптимальный не только с эффективной стороны, но и с финансового плана. Конкурентам не удалось добиться таких эффективных результатов.

### **Выводы по разделу**

Поставленные цели выполнены, и можно повести итоги, и сделать выводы по данному разделу:

1 Один из видов реализации НИР выбран после оценки всего оборудования, поскольку оно считается самым оптимальным и эффективным в определенных условиях;

2 График реализации периодов функционирования составлен на основе плана, которые разработан для руководителей и всех сотрудников. График создан для того, чтобы определить оптимальное рабочее время. Оптимальное количество дней – 134 на основе полученных результатов анализа;

3 С учетом всех статистических данных следует разработать бюджет, где на формирование и развитие проекта выделено 362299,2 рублей;

После анализа уровня эффективности ИР, можно сделать выводы, что:

1 значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,88,

что является показателем того, что ИР является разумней с экономической стороны, если брать во внимание другие системы;

2 эффективность ресурсов с учетом показателей интегрального значения достигает показателя 4,8, что выше аналогичных систем;

3 значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,45, по сравнению с 4,50 и 3,98. Значение самое оптимальное, поскольку достигается максимального показателя. Это говорит о максимальной эффективности решения принято с технологической стороны.

## 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, как и для окружающей среды проведения исследований.

Все работы выполнялись с использованием компьютера. Раздел включает в себя оценку условий труда на рабочем месте, анализ вредных и опасных факторов труда, разработку мер защиты от них.

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

Одним из основных документов, устанавливающих отношения между работниками и работодателями, является Трудовой кодекс Российской Федерации от 31.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022), согласно которому работник имеет право на трудовую деятельность в условиях безопасности для жизни и здоровья[16]. Данным документом устанавливаются, режим рабочего времени, время отдыха, отпуска, оплата и нормирование труда, заработная плата, гарантии и компенсации, охрана труда и другие аспекты, касающиеся безопасности работников. В частности, согласно ТК РФ, работник имеет право[16]:

- 1 рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- 2 обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- 3 получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске

повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и опасных производственных факторов;

4 отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;

5 обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

6 обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

7 внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

Исследования проводилось на рабочем месте оператора, к нему предъявленные следующие требования[16]:

1 в целях пожарной безопасности необходимы первичные средства пожаротушения, план эвакуации, местная пожарная команда (организующая противопожарные мероприятия);

2 в целях электробезопасности объекты под напряжением должны быть заземлены, необходимо наличие общего рубильника для отключения электросетей.

## **5.2 Производственная безопасность**

### **5.2.1 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего**

Проанализируем микроклимат в помещении, где находится рабочее место оператора. Микроклимат производственных помещений определяют



следующие параметры: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха. Источниками возникновения аномальных микроклиматических параметров воздушной среды являются климатические условия снаружи помещения, нарушения в системе отопления и вентиляции. В результате воздействия вышеперечисленных факторов возможно возникновение общих или локальных ощущений теплового дискомфорта, ухудшения самочувствия и снижение работоспособности.

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата приведены в таблице 32 и 33.

Таблица 32 – 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 33 – 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[17].

Условия труда по метеофактору соответствуют допустимым СОУТ.

Для обеспечения снижения влияния данного фактора на рабочее место оператора предусмотрены системы вентиляции и отопления помещения и установлен график проветривания рабочего места.

## 5.2.2 Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем электромагнитных полей

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...400 кГц. 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.

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе на ПЭВМ у человеческого организма сердечно-сосудистые, респираторные и нервные расстройства, головные боли, усталость, ухудшение состояния здоровья, гипотония, 91 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 [18]:

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

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами[18]:

- 1 защита временем;
- 2 защита расстоянием;

3 снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения; – экранирование источника;

4 защита рабочего места от излучения;

5 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;

6 вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова ( $\text{SnO}_2$ ).

### **5.2.3 Производственные факторы, связанные с электрическим током**

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электро-поражения 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.

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.

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются[19]:

- 1 контакт человека с токоведущей частью, находящейся под напряжением без изоляционных защитных средств;
- 2 контакт с металлическим корпусом, находящимся под напряжением и тд;
- 3 несоответствие электроустановок, средств защиты и приспособлений требованиям безопасности и условиям применения;
- 4 дефекты устройства электроустановок и защитных средств (дефекты конструирования, изготовления, монтажа, ремонта);
- 5 неисправности электроустановок и защитных средств, возникшие в процессе эксплуатации;
- 6 несоответствие типа электроустановки и защитных средств условиям применения;
- 7 использование защитных средств с истекшим сроком периодических испытаний.

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[19]:

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

Любой электроприбор должен быть немедленно обесточен в случае[20]:

- 1 возникновения угрозы жизни или здоровью человека;
- 2 появления запаха, характерного для горячей изоляции или пластмассы;
- 3 появления дыма или огня;
- 4 появления искрения;
- 5 обнаружения видимого повреждения силовых кабелей или коммутационных устройств.

К средствам коллективной защиты от поражения электрическим током относятся[20]:

- 1 оградительные устройства;
- 2 устройства автоматического контроля и сигнализации;
- 3 изолирующие устройства и покрытия;
- 4 устройства защитного заземления и зануления;
- 5 устройства автоматического отключения;
- 6 устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- 7 устройства дистанционного управления;
- 8 предохранительные устройства;
- 9 молниеотводы и разрядники;
- 10 знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты[21]:

- 1 диэлектрические перчатки;
- 2 изолирующие штанги;
- 3 изолирующие и электроизмерительные клещи;
- 4 слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками;

указатели напряжений.

Требования к персоналу[21]:

- 1 обучение ТБ;
- 2 проведение инструктажей;
- 3 проведение периодической проверки знаний персонала;
- 4 наличие удостоверения допуска.

## 5.2.4 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Искусственное освещение создается искусственными источниками света, к которым относятся светильниками, концентрирующиеся в верхних зонах помещения или непосредственно у освещаемой поверхности. Совмещенное освещение создается при дополнении естественного освещения искусственным.

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет работу, вызывает утомление и головные боли, способствует развитию близорукости, а также приводит к несчастным случаям вследствие ухудшения видимости. При длительном пребывании в условиях недостаточного освещения снижается интенсивность обмена веществ в организме, что приводит к его ослаблению и снижению сопротивляемости. Чрезмерная освещенность оказывает слепящее воздействие, приводящее к зрительному дискомфорту

Естественное и совмещенное освещение характеризуются коэффициентом естественной освещенности КЕО, а искусственное освещение – освещенностью и объединённым показателем дискомфорта URG. В таблице 34 приведены требования к освещению помещений при работе малой точности (с объектом различения размером от 1 до 5 мм).

Таблица 34 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий для работы малой точности

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
		КЕО $e_n$ , %		КЕО $e_n$ , %	
		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении

Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	Г – 0,8	3,0	1,0	1,8	0,6
Помещение	Искусственное освещение				
	Освещенность, лк			показатель дискомфорт, М, не более	коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
	при комбинированном освещении		при общем освещении		
всего	от общего				
Кабинеты, рабочие комнаты, офисы	400	200	300	40	15

### 5.2.5 Пожарная опасность

Согласно НПБ 105-03 операторская относится к категории Д – негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

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 используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000В. Для тушения токоведущих частей и

электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5[22].

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[22]:

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 до взрывных концентраций горючих паров растворителей и их смесей.

### **5.3 Экологическая безопасность**

На рабочем месте присутствует следующее оборудование: персональный компьютер.

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



К таким веществам относятся:

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

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

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

3 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.

Измельченные в гранулы остатки компьютеров подвергаются сортировке. Сначала с помощью магнитов извлекаются все железные части. Затем приступают к выделению цветных металлов, которых в ПК значительно больше. Алюминий и медь также отделяют вручную. После измельчения эти металлы разделяют гравитационным способом, упаковывают и направляют на соответствующие металлургические переделы.

Исходя из сказанного выше перед планированием покупки компьютера необходимо:

- 1 Побеспокоится заранее о том, каким образом будет утилизирована имеющаяся техника, перед покупкой новой.
- 2 Узнать насколько новая техника соответствует современным экостандартам 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». Стадия утилизации, 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.

#### **5.4 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.

Производство находится в городе Когалым с резко континентальный климатом. Главная особенность данного климата – это зима и лето, то есть очень большие сезонные амплитуды колебания температуры. Разрыв между летними и зимними температурами может достигать 90 градусов.

Для Севера 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. При выходе из работы транспорта из-за сильных морозов, предусмотрены отапливаемые гаражи для наладки транспорта, а так же резервный транспорт, что бы работа на производстве не прекратилась. Также для электрокоммуникаций, в случае ЧС, предусмотрен резерв рабочих машин, которые всегда находятся в рабочем состоянии, что бы работа на производстве не прекратилась. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные газовые обогреватели с баллоном. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В установке подготовки нефти наиболее 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.

## **5.5 Заключение по разделу**

Таким образом, большинство вредных и опасных факторов выходят за пределы нормируемых значений, поэтому на рабочем месте необходимо наличие средств коллективной и индивидуальной защиты сотрудников.

Производственное помещение по электробезопасности – особоопасные.  
Помещение по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д (негорючие вещества и материалы в холодном состоянии).  
Относится к объектам оказывающее незначительное влияние на окружающую среду.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Технологии и оборудование для промышленной подготовки нефти / под ред. М.И. Османова, Г.Б. Халилова. - М.: Недра, 2018. - 424 с.
- 2 Шакурова А.Ф., Мондзонго Л.Ж. Промысловый сбор и подготовка нефти газа и воды // 48-Й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием. - Уфа: Угнту, 2021. - С. 499-505.
- 3 Жижина Н.А., Макарова Е.В., Филиппова О.В. Обезвоживание нефти: современные технологии и оборудование // Студенческий научный вестник. - 2018. - №2 (30). - С. 41-44.
- 4 "Современные технологии обезвоживания нефти и газа" А.С. Голубев, Н.Н. Новиков, 2018 год
- 5 Демиденко А.И., Летопольский А.Б., Геракин Н.И. Основы процесса дегазации нефти при промышленной подготовке // Наука и общество в условиях глобализации . - 2019. - С. 36-40
- 6 Ибрагимов Р.Ш. Оборудование и технологии промышленной подготовки нефти и газа / Р.Ш. Ибрагимов, В.В. Калмыков, Р.И. Булгаков. - М.: Недра, 2018. - 392 с.
- 7 ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия».
- 8 Романов А.В. Технологические схемы и оборудование для очистки нефти / А.В. Романов, Е.А. Курочкин, А.А. Бондарев. - М.: Изд-во МГУ, 2018. - 312 с.
- 9 С.А. Бобылев, А.В. Пахомов, А.С. Ремизов. Технологические схемы и оборудование для очистки нефти и газа. М.: Издательский дом «Нефть и газ», 2017.
- 10 Глазов В.П., Иванов Ю.С., Резников И.Л. Эксплуатация аппаратов промышленной подготовки нефти в условиях северных месторождений // Нефтяное хозяйство. - 2019. - №1. - С. 66-69.

11 Крюков В.А., Кильмухаметов Х.В. Комплексные инновационные технологии в промышленной подготовке нефти, газа и воды // Нефть. Газ. Новации. - 2019. - №5. - С. 12-14.

12 Патент №159315 U1 Российская федерация, МПК 05U. Устройство для дегазации и обезвоживания нефти №159315: заявл. 2015.09.15: опубликовано 2016.02.10/ Щербинин И.А., Фахретдинов И.З., Тарасов М.Ю., Мякишев Е.А.

13 Патент №2785428С1 РФ, МПК E21B 47/10. МОБИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПОДГОТОВКИ НЕФТИ №2022117053: заявл. 2022-06-24: опубликовано 2022-12-07/ Новотельнов С.В., Останин А.В., Кирпичников Ю.М., Малов А.Н., Лоскутов М.А., Пилич Д.А., Шилкин А.А., Гайсина З.Р., Порошкин К.В., Офицеров А.Ю., Уткин М.В.

14 Патент №175356 U1 РФ, МПК B01D19/00. НЕФТЕГАЗОВЫЙ СЕПАРАТОР № 2016138586: заявл. 29.09.2016: опубликовано 01.12.2017/ ГЕРШУНИ С.Ш., САЛОВ С.В., ГУЛЬБИН А.В.

15 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Сери, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р.Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014 – 36 с.

16 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 16.05.2023)

17 ГОСТ 12.0.003- 2015. Система стандартов безопасности труда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 29.04.2023)

18 СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов

среды обитания [Электронный ресурс]. – URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 17.05.2023)

19 ПРИКАЗ от 15 декабря 2020 года N 903н. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573264184> (дата обращения: 16.05.2023)

20 ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200233> (дата обращения: 16.05.2023) СП 12.131330.2009.

21 Определение категории категорий помещений, зданий и наружных [Электронный ресурс]. URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 16.03.2023).

22 СП 12.131330.2009. Определение категории категорий помещений, зданий и наружных [Электронный ресурс]. URL:  
<https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 16.03.2023).