TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
ООП «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Отделение школы Отделение нефтегазового дела

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
«Разработка мероприятий по повышению эффективности работы системы измерений количества и показателей качества нефти на примере лабораторной установки СИКН ТПУ»

УДК 542.07:543:665.6

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б92	Клейменова Ксения Степановна		

Руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Шадрина А.В.	д. т. н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Т.Г.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев М.В.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Чухарева Н.В.	к.х.н., доцент		

Томск – 2023 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

По основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль подготовки «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Код компетенции	**Наименование компетенции**
Универсальные компетенции	
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 в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности

УК(У)-10	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания
ОПК(У)-2	Способен участвовать в проектировании технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
ОПК(У)-3	Способен участвовать в управлении профессиональной деятельностью, используя знания в области проектного менеджмента
ОПК(У)-4	Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК(У)-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии
ОПК(У)-7	Способен анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности

ПК(У)-2	Способен проводить работы по диагностике, техническому обслуживанию, ремонту и эксплуатации технологического оборудования в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-3	Способен выполнять работы по контролю безопасности работ при проведении технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-4	Способен применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-5	Способен обеспечивать заданные режимы эксплуатации нефтегазотранспортного оборудования и контролировать выполнение производственных показателей процессов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки
ПК(У)-6	Способен проводить планово-предупредительные, локализационно-ликвидационные и аварийно-восстановительные работы линейной части магистральных газонефтепроводов и перекачивающих станций
ПК(У)-7	Способен выполнять работы по проектированию технологических процессов нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности
ПК(У)-8	Способен использовать нормативно-технические основы и принципы производственного проектирования для подготовки предложений по повышению эффективности работы объектов трубопроводного транспорта углеводородов

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Уровень образования бакалавриат
Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП ОНД ИШПР

_____ _____ Чухарева Н.В.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
2Б92	Клейменова Ксения Степановна

Тема работы:

Разработка мероприятий по повышению эффективности работы системы измерений количества и показателей качества нефти на примере лабораторной установки СИКН ТПУ

Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.02.2023 г. № 38-108/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2023

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является – лабораторная установка СИКН ТПУ. Установка СИКН расположена в г. Томск на территории 20го корпуса инженерной школы природных ресурсов ТПУ.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Изучение нормативно-технической документации в области эксплуатации и обслуживания СИКН ТПУ. 2. Изучение оборудования и особенностей функционирования лабораторной установки СИКН ТПУ. 3. Проведение лабораторных работ на учебной установке, оценка работоспособности оборудования. 4. Разработка решений по повышению эффективности работы системы измерений количества и качества нефти.
Перечень графического материала	- Рисунки; - Таблицы.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	**Консультант**
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна Доцент (ОСГН, ШБИП), к.э.н.
«Социальная ответственность»	Гуляев Милий Всеволодович Старший преподаватель

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	09.02.2023 г.

Задание выдал руководитель:

Должность	**ФИО**	**Ученая степень, звание**	**Подпись**	**Дата**
профессор ОНД	Шадрина А.В.	д. т. н., доцент		09.02.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	**ФИО**	**Подпись**	**Дата**
2Б92	Клейменова К.С.		09.02.2023 г.

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ и РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2Б92	Клейменова Ксения Степановна

Школа	ИШПР	**Отделение (НОЦ)**	Отделения нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 150000 руб., в том числе затраты на оборудование – не более 50000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Устанавливаются в соответствии с заданным уровнем нормы оплат труда: -30 % премии к заработной плате -20 % надбавки за профессиональное мастерство -1,3 – районный коэффициент для расчета заработной платы.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Общая система налогообложения в том числе отчисления во внебюджетные фонды - 30%.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности проведения работ по врезке отвода в магистральный газопровод с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета научного исследования	Планирование и выделение этапов проекта. Составление календарного плана проекта. Формирование бюджета НТИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности научного исследования	Проведение оценки ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком	09.02.2023

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Рыжакина Т.Г.	к.э.н., доцент		09.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б92	Клейменова Ксения Степановна		09.02.2023

ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Обучающемуся:

Группа	ФИО
2Б92	Клейменова Ксения Степановна

Школа	ИШПР	**Отделение (НОЦ)**	Отделения нефтегазового дела
Уровень образования	Бакалавриат	**Направление/специальность**	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение: – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Объектом исследования: Учебный комплекс «СИКН ТПУ» (система измерения количества и показателей качества нефти). Область применения: обеспечение правильной эксплуатации при приеме-сдаче нефти с применением СИКН. Рабочей зоной является автоматизированное рабочее место оператора, расположенное на 1 этаже учебного корпуса №20 «Национального исследовательского Томского политехнического университета», Томская область, г. Томск, пр. Ленина, д. 2, стр. 5.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросыобеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Инструкция по эксплуатации системы измерений количества и показателей качества нефти №1510 ПСП «Юрубчен»; ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные факторы».; ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» ГОСТ 9965-76 «Нефть для

	нефтеперерабатывающих предприятий» Перечень обязательных правил, норм.
2. Производственная безопасность: – Анализ потенциальных вредных и опасных факторов – Обоснование мероприятий по снижению их воздействия	**Вредные факторы:** • Отклонение показателей климата на открытом воздухе по ГОСТ 15150-69 • Недостаточное или слишком интенсивное освещение рабочей зоны • Повышенный уровень шума по ГОСТ 12.1.003-2014 • Повышенный уровень вибрации; • Повышенная влажность и загазованность рабочей зоны. **Опасные факторы:** • Вещества, обладающие токсичностью на организм ГОСТ 12.1.007-76 • Электробезопасность ГОСТ 12.1.019-2017 • Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов • Пожарная безопасность на рабочем месте;
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	**Воздействие на селитебную зону:** аварийные разлив нефти, загазованность воздушной среды. **Воздействие на литосферу:** нефтепродукты и ГСМ, проливаемые при заправках или ремонте техники; стоки, сбрасываемые на стройплощадках на рельеф; отходы стройматериалов; твердые бытовые отходы. **Воздействие на гидросферу:** изъятие природных вод для обеспечения собственных нужд; загрязнение водных объектов случайными аварийными сбросами; утечки, дренаж и непланируемые разливы нефти; влияние земляных работ на режим стока водоемов.; **Воздействие на атмосферу:** выбросы углеводородов в атмосферу.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	**Возможные ЧС:** • природные катастрофы (ураганный ветер, аномально низкая или высокая температура); • геологические воздействия (землетрясения, оползни, провалы территории); • техногенные аварии (открытое фонтанирование, прорывы нефтесборной сети и сети МН, разгерметизация оборудования, разгерметизация оборудование с возгоранием, порыв прокладок фланцевых соединений).

	Наиболее типичная ЧС: прорыв прокладок фланцевых соединений.

Дата выдачи задания для раздела в соответствии с календарным учебным графиком	09.02.2023

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев М.В.			10.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2Б92	Клейменова Ксения Степановна		10.02.2023

TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)
Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»
Уровень образования бакалавриат
Отделение нефтегазового дела
Период выполнения осенний / весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	02.06.2023

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
15.02.2023	*Введение*	*10*
28.03.2023	*Характеристика системы измерений количества и показателей качества нефти Томского политехнического университета*	*10*
15.04.2023	*Технологический расчет*	*10*
27.05.2023	*Методы повышения эффективности лабораторной установки системы измерений количества и качества нефти*	*20*
20.05.2023	*Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение*	*10*
15.05.2023	*Социальная ответственность*	*10*
06.05.2023	*Заключение*	*10*
06.06.2023	*Презентация*	*20*
	Итого	*100*

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Шадрина А.В.	д.т.н., доцент		09.02.2023

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОНД ИШПР	Чухарева Н.В	к.х.н., доцент		09.02.2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 98 страниц, 14 рисунков, 22 таблиц, 32 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: СИКН, количество, качество, нефть, лабораторная установка, учет, контроль, масса нетто, расход, сетчатый фильтр, преобразователь расхода.

Актуальность выпускной квалификационной работы: при товарно-транспортных операциях крайне важным является вопрос, связанный с учетом товарной нефти, точностью выполняемых измерений, и соответствием требований к применяемому оборудованию. В рамках образовательного учреждения данный комплекс позволяет получить студентам навыки работы с оборудованием, приближенным к производственному.

Объектом исследования является – лабораторная установка системы измерений количества и показателей качества нефти Томского политехнического университета.

Цель работы – выбор организационных и технических решений, направленных на разработку мероприятий по повышению эффективности системы измерений количества и показателей качества нефти.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучение нормативно-технической документации по вопросу функционирования СИКН.

2. Изучение оборудования и особенности функционирования лабораторной установки СИКН ТПУ.

3. Проведение комплекса лабораторных работ на установке СИКН ТПУ (оценка работоспособности оборудования, изучение гидравлических процессов).

4. Выполнение технологического расчета.

5. Разработка решений по повышению эффективности работы лабораторной установки СИКН ТПУ, рекомендации по оборудованию.

В процессе исследования была рассмотрена нормативно-техническая документация по эксплуатационным особенностям СИКН ТПУ. Рассмотрены вопросы социальной ответственности, финансового менеджмента, ресурсоэффективности.

В результате работы: проведен анализ технических решений, направленных на повышение эффективности лабораторной установки.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word, презентация представлена в MicrosoftPowerPoint.

ABSTRACT

Graduate qualification work contains 98 pages, 14 figures, 22 tables, 32 sources, 1 appendix.

Key words: SIKN, quantity, quality, oil, laboratory unit, accounting, control, net weight, flow rate, mesh filter, flow converter.

Topicality of the graduate qualification work: at commodity-transportation operations an extremely important question is connected with the registration of marketable oil, accuracy of carried out measurements and correspondence of requirements to the applied equipment.

The object of the study is a laboratory unit of the measurement system of quantity and quality indicators of oil at Tomsk Polytechnic University.

The aim of the work is the choice of organizational and technical solutions aimed at developing measures to improve the efficiency of the measurement system of quantity and quality indicators of oil.

In the process of performing the graduate qualification work the following tasks were set:

Study of normative and technical documentation on the issue of SICN functioning. 2.

The study of the equipment and features of functioning of TPU SIKN laboratory unit. 3.

3. A complex of laboratory works at the TPU SIKN installation (equipment serviceability assessment, hydraulic processes study).

4. Development of solutions to improve the efficiency of TPU SIKN laboratory unit, recommendations for equipment.

5. Performance of technological calculation.

During the research there were considered the normative and technical documentation of TPU SIKN operational features. Questions of social responsibility, financial management and resource efficiency were considered.

As a result of the work: the analysis of technical solutions aimed at improving the efficiency of the laboratory unit was carried out.

Graduation qualification work is done in text editor Microsoft Word, presentation is presented in MicrosoftPowerPoint.

Сокращения, термины и определения

Сокращения

БИК – блок измерений показателей качества нефти;

БИЛ – Блок измерительных линий;

БФ – блок фильтров;

ИЛ – измерительная линия;

КМХ – контроль метрологических характеристик;

КТ – комплекс технологический;

ПП – поточный плотномер

ПР – преобразователь расхода

ПЗУ – пробозаборное устройство;

ПСП – приемо-сдаточный пункт;

ПУ – поверочная установка;

ПЧ – привод частоты

СИ – средства измерений;

СИКН – система измерений количества и показателей качества нефти;

СОИ – система обработки информации;

СРМ – счетчик-расходомер массовый;

ЧРП – частотно-регулируемый привод

Термины и определения

В данной выпускной квалификационной работе используются следующие термины и определения:

Система измерений количества и показателей качества нефти (СИКН): Совокупность средств измерений, системы обработки информации, технологического оборудования и трубопроводной арматуры, функционирующих как единое целое, основанная на методе динамических измерений массы брутто нефти.

Система обработки информации: Вычислительное устройство, принимающее и обрабатывающее информацию о качественно-количественных параметрах нефти, измеренных первичными измерительными преобразователями, и включающее в себя блоки индикации и регистрации измеренных параметров.

Технологическое оборудование, входящее в состав СИКН – технологические трубопроводы, запорно-регулирующая арматура, циркуляционный насос БИК, фильтры-грязеуловители, пробоотборники, щелевое пробозаборное устройство, емкости дренажные, промывочная установка, блок средств эталонных и др.

Автоматизированное рабочее место оператора: Персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением в комплекте с монитором, клавиатурой и принтером, предназначенный для отображения мнемосхемы системы измерений количества и показателей качества нефти, текущих технологических и качественных параметров нефти, измеренных и вычисленных системой обработки информации, формирования отчетных документов и вывода их на печатающее устройство.

Измерительная линия: часть СИКН, состоящая из преобразователей расхода нефти (ПР) в комплекте со струевыпрямителями (в случае использования ТПР) и прямолинейными участками трубопровода, оснащенными устройствами отбора давления и термокарманами, преобразователями температуры и давления, фильтрами и запорной арматурой.

Рабочая измерительная линия: Измерительная линия, находящаяся в работе при нормальном режиме эксплуатации СИКН.

Измерительная линия контрольно – резервная: измерительная линия, находящаяся в резерве и предназначенная для контроля метрологических характеристик рабочих линий, для обеспечения беспрерывного учета нефти во время проведения поверки рабочих ПР измерительных линий. А также может быть введена в работу в любой момент времени при производственной необходимости.

Контроль метрологических характеристик: Определение отклонения метрологических характеристик средств измерений в межповерочном интервале от действительных значений, полученных при последней поверке, с целью установить дальнейшую пригодность средств измерений к эксплуатации.

Межповерочный интервал: Промежуток времени между двумя актами контроля, проводимого для выявления отклонения метрологических характеристик средств измерений от значений, определенных при поверке средств измерения.

Учетные операции: Операции, проводимые сдающей и принимающей сторонами с целью определить массу брутто и массу нетто нефти для последующих коммерческих расчетов, а также операции, проводимые при арбитраже и инвентаризации нефти.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ 21

1. Характеристика системы измерений количества и показателей качества нефти 23

1.1 Назначение системы измерений количества и показателей качества нефти Томского политехнического университета 24

1.2 Состав и технологическая схема системы измерений количества и показателей качества нефти 26

1.3 Контроль параметров и управление системой 35

1.4 Проведение лабораторных работ на учебной установке СИКН ТПУ 42

2. Технологический расчет 45

3. Методы повышения эффективности лабораторной установки системы измерений количества и качества нефти 51

3.1 Применение насоса с частотным преобразователем 51

3.2 Рекомендации к замене сетчатого фильтра 55

3.3 Совместное применение ультразвукового и массового кариолисового расходомеров 56

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 58

5. Социальная ответственность 78

Заключение 94

Список используемых источников 95

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 99

					Разработка мероприятий по повышению эффективности работы системы измерений количества и показателей качества нефти на примере лабораторной установки СИКН ТПУ		
Изм.	*Лист*	*№ докум.*	*Подпись*	*Дата*			
Разраб.		*Клейменова К.С.*			*Оглавление*	*Лит.*	*Лист* 20 / *Листов* 98
Руковод.		*Шадрина А.В*					
Рук. ООП		*Чухарева Н.В.*				*Нефтегазовое дело гр. 2Б92*	

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент бережное использование энергоресурсов – одна из важнейших задач. Системы учета нефти имеют весомое значение в процессе транспортировки нефти от скважины к потребителю. Важным является соответствие методов оборудования для определения количества и качества нефти и нефтепродуктов, нормативным требованиям, задачам предприятия и т.п. Допустимая нормативной документацией погрешность измерений массы нетто нефти динамическими методами составляет 0,25-0,35%. При многократном учете одних и те же партий нефти в системах трубопроводов с места добычи и подготовки до пункта реализации суммарная погрешность может доходить до 2-3%.

На примере лабораторной установки СИКН ТПУ, в результате оценки ее работоспособности были выявлены перспективные направления по повышению ее эффективности, как по оборудованию, так и по технологии определения количества продукта.

Объектом данного исследования является лабораторная установка СИКН ТПУ с пропускной способностью от 34 до 365,5 т/ч.

Актуальность выпускной квалификационной работы: при товарно-транспортных операциях крайне важным является вопрос, связанный с учетом товарной нефти, точностью выполняемых измерений, и соответствием требований к применяемому оборудованию.

Объектом исследования является – лабораторная установка системы измерений количества и показателей качества нефти Томского политехнического университета.

Цель работы – выбор организационных и технических решений, направленных на разработку мероприятий по повышению эффективности системы измерений количества и показателей качества нефти.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучение нормативно-технической документации по вопросу функционирования СИКН.

2. Изучение оборудования и особенности функционирования лабораторной установки СИКН ТПУ.

3. Проведение комплекса лабораторных работ на установке СИКН ТПУ (оценка работоспособности оборудования, изучение гидравлических процессов).

4. Выполнение технологического расчета.

5. Разработка решений по повышению эффективности работы лабораторной установки СИКН ТПУ, рекомендации по оборудованию.

1. Характеристика системы измерений количества и показателей качества нефти

Лабораторная установка СИКН ТПУ, расположена на территории 20го корпуса Томского политехнического университета по адресу Томская область г. Томск, пр. Ленина, дом 2 строение 5. В 123 аудитории корпуса расположен программный комплекс «Rate АРМ оператора», который используется в составе СИКН и по своему функциональному назначению является информационно-управляющим. На прилегающей к учебному корпусу № 20 территории, расположены три блок-бокса с оборудованием СИКН.

Климат данного района умеренно-континентальный циклический, характерны значительные суточные и годовые амплитуды, более длительный зимний период. Среднегодовая температура +1.75. Средняя температура в июле + 17 °С, средняя температура в январе -19-21 °С. Период без морозов составляет около 100-105 дней в году. Осадки порядка – 435 мм.

Рабочей средой лабораторной установки является вода (условно нефть).

Период работы оборудования лабораторной установки СИКН ТПУ приходится на летний период и составляет около 100 дней в году.

Рисунок 1 – Насосный блок СИКН ТПУ

Рисунок 1.1 – Слева расположен блок фильтров, справа БИЛ и БИК

1.1 Назначение системы измерений количества и показателей качества нефти Томского политехнического университета

Система измерений количества и показателей качества предназначена для автоматизированных измерений массы брутто и вычислений массы нетто нефти, измерений показателей качества нефти в соответствии с ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия» [4], отображения и регистрации результатов измерений в соответствии с действующими нормативными документами при проведении приемо-сдаточных операций, на основе прямого метода динамических измерений массы брутто с погрешностью не более ± 0,25 % и массы нетто нефти не более ± 0,35 %, согласно ГОСТ Р 8.587-2019 «ГСИ. Масса нефти и нефтепродуктов» [7].

СИКН ТПУ осуществляет коммерческий имитационный учет нефти, поступающей от установок подготовки нефти и подлежащей сдаче на НПС в магистральный нефтепровод.

1. Автоматическое измерение технологических параметров (температуры и давления);

2. Автоматическое измерение показателей качества нефти;

3. Отображение (индикация), регистрация и архивирование результатов измерений;

4. Поверка СИ (ПР) на месте эксплуатации без прекращения учетных операций;

5. КМХ СИ (ПР, ПП, влагомера, вискозиметра) на месте эксплуатации без прекращения учетных операций;

6. Отбор объединенной пробы нефти по ГОСТ 2517-2012 [8];

7. Получение 2-х часовых, посменных, суточных и месячных отчетов, актов приема-сдачи нефти и журналов регистрации показаний средств измерений с выводом данных на дисплей и на печатающее устройство.

Назначение учебной установки СИКН ТПУ

Лабораторная установка СИКН – предназначена для повышения уровня практической подготовки студентов ТПУ в области ведения товарно-коммерческих операций с нефтью и нефтепродуктами. Студентами отрабатываются навыки оператора товарного на примере учебного комплекса СИКН и приобретаются следующие навыки:

- Отслеживание технологических процессов
- Контроль метрологических параметров
- Возможность задавать «уставки» по работе оборудования
- Опыт работы с оборудованием, приближенным к реальному производственному.

1.2 Состав и технологическая схема системы измерений количества и показателей качества нефти

Состав СИКН

СИКН состоит из следующих частей:

- технологический комплекс;
- система сбора и обработки информации;
- система электроснабжения;
- насосный блок.

Схема технологическая представлена в ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Таблица 1.2 – Перечень основного оборудования СИКН ТПУ

Наименование оборудования	Производитель	Технические характеристики
Насосная		
Консольный, центробежный насос	[redacted]	[redacted]
Датчик давления	[redacted]	[redacted]

Кран шаровой фланцевый DN 50 PN 40 ЗАРД 050.040.22-03 Э с электро-приводом	[redacted]	[redacted]
Блок фильтров		
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Датчик разности давлений Метран-100-Вн-ДД		
Кран шаровый DN 100 PN 40 (40 кгс/см2)		
Манометр		
Блок измерительных линий		
Термометр		

Преобразователь давления измерительный, модель Cerabar M PMP41-FE23U2P11MP	[redacted]	[redacted]
Преобразователь измерительный к датчику температуры, модель TMT 84	[redacted]	[redacted]
Блок измерений показателей качества нефти		
Автоматический пробоотборник	[redacted]	[redacted]

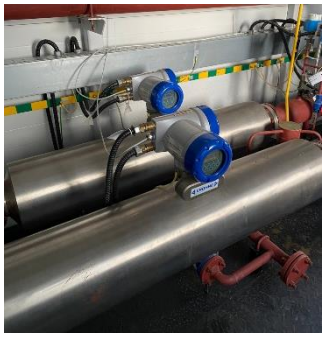
Преобразователь плотности жидкости измерительный, модель 783	[redacted]	[redacted]
Ультразвуковой расходомер	[redacted]	[redacted]

Преобразователь давления измерительный, модель Cerabar M PMP41-FE23U2P11MP	[redacted]	[redacted]
Индикатор фазового состояния	[redacted]	[redacted]

Влагомер нефти поточный L	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

Система сбора, обработки информации и управления		
Контроллер измерительный Октопус-Л	[redacted]	[redacted]
Коммутатор Ethernet	[redacted]	
Программируемый логический контроллер	Siemens Simatic	

Таблица 1.2.1 - Принцип работы оборудования СИКН ТПУ

Оборудование	Фото / схема	Принцип работы
Фильтр		[redacted]
Поточный плотномер		[redacted]
Поточный влагомер		[redacted]
Расходомер кориолисовый		[redacted]

Расходомер ультразвуковой		[redacted]
Кран шаровой		[redacted]

1.3 Контроль параметров и управление системой

Перечень контролируемых параметров и периодичность их контроля

В течение смены товарный оператор ПСП обязан контролировать каждые два часа следующие параметры работы СИКН:

- мгновенный массовый расход нефти по измерительным линиям и СИКН в целом (по АРМ оператора СИКН или по дисплею контроллера-вычислителя);
- суммарный объем нефти (по АРМ оператора СИКН или по дисплею контроллера-вычислителя);

- суммарную массу нефти (по АРМ оператора СИКН или по дисплею контроллера-вычислителя);
- перепад давления на фильтрах в БФ и БИК (по АРМ оператора СИКН или по месту);
- текущее значение плотности, вязкости и объемной доли воды в БИК (по АРМ оператора СИКН или по дисплею контроллера-вычислителя);
- текущее значение температуры в БИЛ, выходном коллекторе БИЛ и БИК (по АРМ оператора СИКН или по месту);
- текущее значение температуры в точке подключения объектов нефтедобычи (по АРМ оператора СИКН);
- текущее значение давления в БИЛ, входном и выходном коллекторах БИЛ и БИК (по АРМ оператора СИКН или по месту);
- текущее значение объемного расхода в БИК (по АРМ оператора СИКН или по месту);
- работу автоматического пробоотборника (по АРМ оператора СИКН и по месту).

Все вышеуказанные данные автоматически заносятся в электронный «Журнал регистрации показаний СИ СИКН», который формируется АРМ оператора СИКН автоматически. В случае отказа основного и резервного АРМ оператора СИКН, товарный оператор ПСП обязан вести «Журнал регистрации показаний СИ СИКН» на бумажном носителе. Форма «Журнала…» должна соответствовать НД «Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти».

Представители «Подрядчика», производящие ТО СИКН, совместно с ответственным за эксплуатацию СИКН, в присутствии представителя Принимающей стороны устанавливают предельные «уставки» контролируемых параметров в соответствии с утвержденной технологической картой режимов работы СИКН.

Таблица 1.3 Карта уставок технологических параметров СИКН ТПУ

№ п.п.	Позиция	Наименование параметра	шкала			ед. изм.	Значения уставок			
			начало	середина	конец		LL	L	H	HH
1.		Перепад давления на фильтре	0		0,25	МПа			0,035	-0,05
2.		Давление в линии БИК	0.6		4	МПа	0.6	0.7	3.8	4
3.		Расход БИК	4,0		7,5	$м^3/ч$	4,0	4,5	7	7,5
4.		Влагосодержание			0,5	%			0,51	2
5.		Расход через БИЛ	20		430	$м^3/ч$	20	25	420	430
6.		Давление в БИЛ, выходном коллекторе	0.6		4	МПа	0.6	0.7	3.8	4
7.		Температура в БИЛ, выходном коллекторе, БИК	+3		+45	°С	0	3	45	46
8.		Загазованность	10		20	%НКПВ	10			20
9.		Температура в помещении	0		+50	°С	0			50
10.		Плотность	750		1050	кг/м3	750		1030	1050

При появлении отклонений контролируемых параметров выдается сигнал об аварии. Также ведется архив всех аварийных сообщений и событий.

Все параметры работы СИКН отображаются на дисплее АРМ, архивируются и выводятся на печать в виде двухчасового и суточного отчетов:

- мгновенный объемный расход через СИКН, м3/ч;
- массовый мгновенный расход через СИКН, т/ч;
- нарастающая масса брутто за 2 часа, т;
- нарастающая масса брутто за смену, т;
- нарастающая масса брутто за сутки, т;

- текущее значение давления в выходном коллекторе, МПа;
- перепад давления на фильтрах, МПа;
- текущее значение давления на входе и выходе ТПУ, МПа;
- текущее значение температуры на входе и выходе ТПУ, ℃;
- массовый мгновенный расход через измерительные линии, т/ч;
- текущее значение температуры в измерительных линиях, ℃;
- текущее значение давления в измерительных линиях МПа;
- мгновенный расход через БИК, м3/ч;
- текущее значение плотности в БИК, кг/м3;
- текущее значение вязкости в БИК, сСт;
- текущее значение температуры в БИК, ℃ ;
- текущее значение давления в БИК, МПа;
- текущее значение влагосодержания, % об.;
- отбор проб автоматическим пробоотборником;
- процент открытия регулирующей арматуры на измерительных линиях и в узле регулирования давления;
- информацию о работе насосов и вентилятора БИК, сигнализаторов протечек, сигналы о загазованности и пожаре СИКН и БИК.

Управление системой

Управление системой измерений количества и показателей качества нефти осуществляется программным комплексом «Rate АРМ оператора УУН»

Программный комплекс предназначен для использования в составе систем измерения количества и показателей качества нефтепродукта (СИКН), оснащенных современными средствами измерения параметров технологических процессов, средствами управления этими процессами.

Программный комплекс «Rate АРМ оператора УУН» обеспечивает:

1. Отображение мнемосхемы СИКН и технологических процессов.

2. Отображение процессов поверки и контроля метрологических характеристик.

3. Управление объектами автоматизации.

4. Отображение на исторических трендах основных измеренных параметров в реальном времени и за прошедший период.

5. Звуковое и визуальное оповещение оператора об аварийных событиях в ходе технологического процесса.

6. Создание и печать отчетных документов.

7. Просмотр и печать документов из архивов.

8. Конфигурируемую систему доступа с паролями.

В качестве объектов автоматизации приняты:

- преобразователи расхода;
- поточный преобразователь плотности (ПП);
- поточный преобразователь влагосодержания;
- системы обеспечения жизнедеятельности (сигнализации, отопления, вентиляции).

Программный комплекс для СИКН предполагает работу с контроллерами разных производителей и вычислителями, используемыми в составе систем измерения количества и показателей качества нефти.

Программный комплекс «Rate АРМ оператора УУН» предназначен для использования в составе системы автоматизации технологического процесса учета нефти с целью:

– повышения качества ведения технологического процесса и его безопасности;

– повышения оперативности действий технического персонала минимизации негативного действия «человеческого фактора»;
– улучшения технико-экономических показателей работы, снижения трудоемкости по контролю и управлению технологическими процессами;
– улучшения условий труда технического персонала.

По своему функциональному назначению программный комплекс является информационно-управляющим.

Рабочее место выглядит следующим образом:

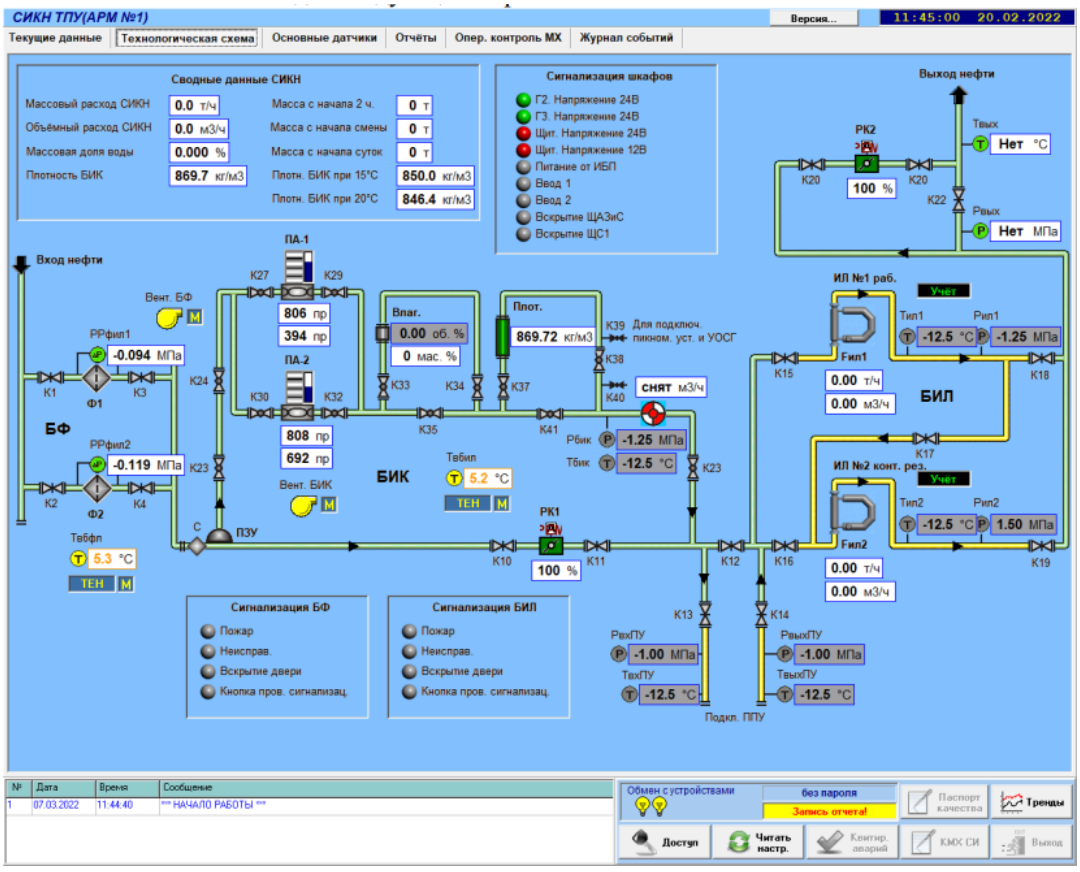


Рисунок 1.3 – Главная мнемосхема АРМ.

В программном комплексе «Rate АРМ оператора УУН» реализована иерархия уровней доступа к различным окнам, настройкам, разные уровни доступа имеют существенные различия.

Разные уровни доступа имеют разный функционал:

1. Без пароля.

− возможность просмотра технологических параметров, отчётов.

2. Оператор.

− возможность просмотра технологических параметров, отчётов;

− возможность ввода паспорта качества;

− квитирование;

− возможность управления задвижками, вентиляцией, отоплением;

− возможность проведения КМХ и поверки;

3. Инженер.

− возможность просмотра и изменения технологических параметров, отчётов;

− возможность ввода паспорта качества;

− квитирование;

− возможность управления задвижками, вентиляцией, отоплением;

− возможность изменения аварийных пределов датчиков;

− возможность проведения КМХ и поверки;

− возможность выхода из ПО.

1.4 Проведение лабораторных работ на учебной установке СИКН ТПУ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены лабораторные работы.

Целью работ являлось изучение технологической схемы СИКН, гидравлических процессов при учете количества среды в рассматриваемой системе.

Были поставлены следующие задачи:

- ✓ изучение оборудования насосной СИКН;
- ✓ управление клапанами изменения работы ИЛ, реализация различных гидравлических схем, управление процессом: открытие/закрытие кранов, включение/выключение насосов, установка положения затвора регуляторов расхода посредством АРМ «Rate», ИВК «Элеси», по месту.

Насосная СИКН обеспечивает циркуляцию жидкости через СИКН и предназначена для:

- получения информации с технологического оборудования;
- автоматической и ручной обработки результатов измерений;
- индикации результатов измерений и их обработки;
- передачу данных в смежные системы.

Данные с технологического оборудования поступают в оборудование автоматизации в виде дискретных и аналоговых сигналов.

- Насос НЦ1 управляется дискретными сигналами, состояние насоса передается также.
- Насос НЦ2 подключается к частотному преобразователю. Управление и сбор данных осуществляется через частотный преобразователь. Также датчик давления подключается к частотному преобразователю.

Визуализация технологического процесса насосной реализована на панельном программируемом логическом контроллере Овен СПК 107 (рисунок 1.4).

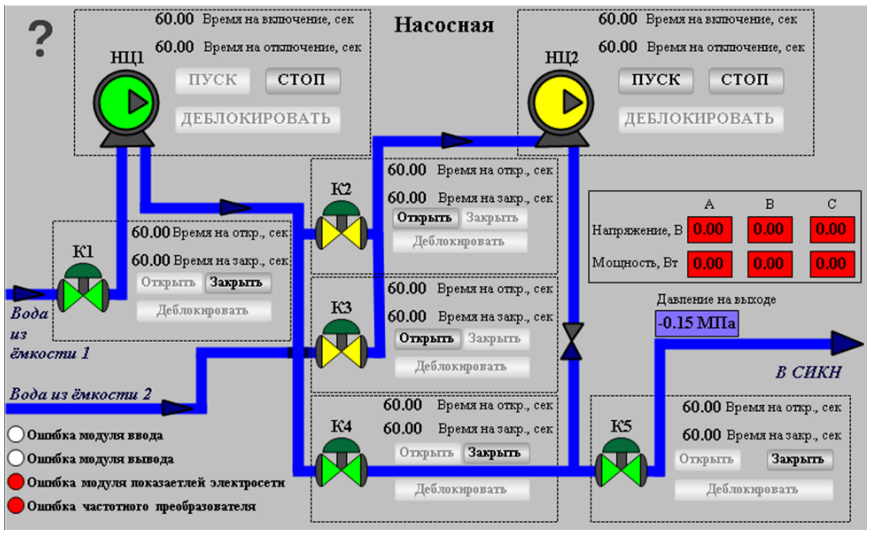


Рисунок 1.4 – Визуализация технологического процесса насосной СИКН

Ниже описан порядок движения среды по основной и по резервной линии учета СИКН ТПУ в соответствии с технологической схемой с обозначением трубопроводной арматуры и указанием положения затворов в запорной и регулирующей арматуре, а также значения при работе регулятора расхода, данные приведены в таблицах (1.4, 1.4.1).

Таблица 1.4 – Перечень открытых и закрытых кранов при разных режимах работы СИКН ТПУ

Вид операции	Количество работающих насосов	Номера открытых кранов системы	Номера закрытых кранов системы	Наблюдаемые значения расхода
Учет по основной линии	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	2	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Учет по резервной линии	1			
	2			
Учет по двум линиям	1			
	2			

Таблица 1.4.1 – Значения при работе регулятора расхода

% проходного значения задвижки	При работе с основной линией	При работе с резервной линией

Вывод по разделу: В ходе проведения лабораторных работ было изучено оборудование насосной СИКН. Было осуществлено управление запорной и регулирующей арматурой, наблюдались изменения работы ИЛ, наблюдались гидравлические характеристики. Был произведен контроль метрологических характеристик одного расходомера по-другому.

2. Технологический расчет

Расчет расхода нефти через пробозаборное устройство (условие изокинетичности скоростей)

Цель работы: Приобретение практических навыков расчета расхода нефти через ПЗУ для обеспечения представительности пробы.

Задача: Рассчитать диапазон расхода нефти через ПЗУ с соблюдением условия изокинетичности скоростей.

ТЕОРИЯ

Представительная проба: Порция нефти, извлеченная из трубопровода и имеющая физические и химические характеристики, идентичные средним характеристикам всего объема нефти из трубопровода.

Расчет расхода нефти через пробозаборное устройство выполняют в соответствии с требованием ГОСТ 2517 п. 4.13.1.2 [8], устанавливающем требование о равенстве скорости жидкости на входе в пробозаборное устройство и линейной скорости жидкости в трубопроводе в месте отбора проб в том же направлении (условие изокинетичности скоростей).

Пробу из трубопровода отбирают только в процессе перекачивания при скорости жидкости на входе в пробозаборное устройство, равной средней линейной скорости жидкости в трубопроводе в том же направлении.

Допускается отбирать пробу при скорости жидкости на входе в пробозаборное устройство не менее половины или не более чем в два раза средней линейной скорости жидкости в трубопроводе.

Пробозаборное устройство устанавливают внутри трубопровода в однородном потоке (содержание воды, солей и механических примесей одинаково по поперечному сечению) жидкости на вертикальном или горизонтальном участке трубопровода при высокой линейной скорости движения жидкости, после насоса или перемешивающего устройства.

На вертикальном участке трубопровода пробозаборное устройство устанавливают в конце участка по направлению движения жидкости на расстоянии половины диаметра трубопровода до начала его изгиба, если участок трубопровода только восходящий или только нисходящий.

Пробозаборное устройство устанавливают в конце второго участка по направлению движения жидкости на расстоянии половины диаметра трубопровода до начала его изгиба, если трубопровод имеет восходящий и нисходящий вертикальные участки, расположенные рядом.

Длина только восходящего или только нисходящего вертикального участка трубопровода или суммарная длина вертикальных участков, расположенных рядом, должна быть не менее шести диаметров трубопровода.

На горизонтальном участке трубопровода узел выхода пробозаборного устройства располагают сверху.

На вертикальном или горизонтальном участке трубопровода, по которому течет однородный поток нефти или нефтепродукта, устанавливают пробозаборное устройство в виде одной трубки с загнутым концом независимо от диаметра трубопровода. Загнутый конец трубки располагают по оси трубопровода навстречу потоку.

При неоднородном потоке жидкости устанавливают вертикально по диаметру трубопровода пробозаборное устройство щелевого типа с одним или пятью отверстиями, ориентированными навстречу потоку.

Допускается устанавливать пробозаборное устройство в виде пробозаборных трубок с загнутыми концами, направленными навстречу потоку:

- одна трубка - при диаметре до 100 мм;

- три трубки - при диаметре от 100 до 400 мм;

- пять трубок - при диаметре свыше 400 мм.

Пробозаборное устройство, состоящее из одной пробозаборной трубки с загнутым концом, устанавливают на вертикальном или горизонтальном участке трубопровода независимо от диаметра трубопровода. Загнутый конец трубки располагают по оси трубопровода навстречу потоку.

В пробозаборном устройстве из пяти трубок открытые загнутые концы трубок устанавливают по вертикальному сечению трубопровода следующим образом:

- одну трубку диаметром d_1 - на оси трубопровода;

- две трубки диаметром d_2 - по обе стороны горизонтальной оси по вертикали на расстоянии 0,4 радиуса трубопровода;

- две трубки диаметром d_3 - по обе стороны горизонтальной оси по вертикали на расстоянии 0,8 радиуса трубопровода.

Соотношение диаметров трубок должно быть 6:10:13.

В пробозаборном устройстве из трех трубок открытые загнутые концы трубок устанавливают следующим образом:

- одну трубку - на оси трубопровода;

- две трубки - по обе стороны горизонтальной оси по вертикали на расстоянии 0,66 радиуса трубопровода.

Трубки должны быть одинакового диаметра.

Диаметр пробозаборной трубки, если пробозаборное устройство состоит из одной трубки, или наименьший диаметр пробозаборной трубки, если пробозаборное устройство состоит из нескольких трубок, должен быть:

6 мм - при кинематической вязкости нефти до 15 мм^2 /с (15 сСт) при температуре 20 °С;

12 мм - при кинематической вязкости нефти, равной и выше 15 мм^2 /с (15 сСт) при температуре 20 °С.

Значение расхода на входе в пробозаборное устройство и в трубопроводе БИК рассчитывают по формуле:

$$Q_{\text{ПЗУ}} = Q_{\text{тр}} \cdot \frac{S_{\text{ПЗУ}}}{S_{\text{тр}}}, \qquad (1)$$

где $Q_{\text{ПЗУ}}$ - расход на входе в пробозаборное устройство, м^3/ч;

$Q_{\text{тр}}$ - расход в трубопроводе в месте отбора проб, м^3/ч;

$S_{\text{ПЗУ}}$ - площадь входного поперечного сечения пробозаборного устройства, мм^2 ;

$S_{\text{тр}}$ - площадь поперечного сечения трубопровода, мм^2.

Примечание - Фактическое значение расхода $Q_{\text{ПЗУ}}$ согласно ГОСТ 2517 (п. 4.13.1.3) может отличаться от рассчитанного по формуле (1) в два раза в большую или меньшую сторону.

1. Определить расход через пробозаборное устройство из трех трубок диаметром d = 12 мм, установленное на трубопроводе диаметром $Д_у$ = 300 мм, при среднем объеме перекачки $Q_{\text{тр}}$ = 680 м^3 /ч.

$$S_{\text{тр}} = \frac{\pi Д_у^2}{4} = 70686 \text{ мм}^2,$$

$$S_{\text{ПЗУ}} = \frac{3\pi d^2}{4} = 339 \text{ мм}^2,$$

$$Q_{\text{ПЗУ}} = 680 \cdot \frac{339}{70686} = 3{,}26 \text{ м}^3/\text{ч},$$

2. Определить расход через пробозаборное устройство из пяти трубок с соотношением диаметров трубок $d_1{:}d_2{:}d_3$ = 6:10:13 , d_1 = 6 мм, d_2 = 10 мм, d_3 = 13 мм. Пробозаборное устройство установлено на трубопроводе $Д_у$ = 800 мм, средний объем перекачки $Q_{\text{тр}}$ = 3000 м^3/ч.

$$S_{\text{тр}} = \frac{\pi Д_у^2}{4} = 706858 \text{ мм}^2,$$

$$S_{\text{ПЗУ}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 + 2d_2^2 + 2d_3^2) = 451 \text{ мм}^2,$$

$$Q_{\text{ПЗУ}} = 3000 \cdot \frac{451}{706858} = 1{,}91 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Примечание - При применении пробозаборных устройств щелевого типа для расчетов значение площади входного поперечного сечения (SПЗУ) берут из паспорта на пробозаборное устройство.

3. Рассчитать диапазон рабочих значений расходов через щелевое пробозаборное устройство с площадью сечения 900 мм, установленное на трубопроводе диаметром $Д_у$ = 150 мм, при диапазоне расходов нефти в трубопроводе от 28,2 т/ч до 190,5 т/ч. Результаты оформить в виде таблицы. Расчет произвести при плотности нефти равной 845,0 кг/м^3.

Таблица 2 – Расчет диапазона рабочих значений расхода

Наименование	Обозначение	Формула	Расчет
Расход нефти в ПЗУ и в трубопроводе БИК, м^3/ч	$Q_{\text{ПЗУmax}}$, $Q_{\text{ПЗУmin}}$	$Q_{\text{трmax}} \times S_{\text{ПЗУ}} / S_{\text{тр}}$, $Q_{\text{трmin}} \times S_{\text{ПЗУ}} / S_{\text{тр}}$	[redacted]
Расход нефти в трубопроводе в месте отбора пробы, т/ч	$Q_{\text{трmax}}$, $Q_{\text{трmin}}$	По проекту	190,5 28,2

Расход нефти в трубопроводе в месте отбора пробы, $м^3/ч$	$Q_{трmax}$, $Q_{трmin}$	Q $м^3/ч$ = $Q_{т/ч}$ × ρ/1000	[redacted]
Площадь входного сечения ПЗУ, $мм^2$	$S_{ПЗУ}$	По паспорту	900 мм
Площадь поперечного сечения трубопровода, $мм^2$	$S_{тр}$	$\pi \times D^2/4$	[redacted]
Диаметр трубопровода в месте отбора пробы, мм	$Д_у$	По проекту	[redacted]

Таблица 2.1– Соответствия расходов СИКН и БИК

$G_{СИКН}$, т/ч	$Q_{СИКН}$, $м^3/ч$	$Q_{БИК\ расчетный}$, $м^3/ч$	$Q_{БИК\ рабочий}$, $м^3/ч$
[redacted]			

Выполнен технологический расчет расхода нефти через пробозаборное устройство с соблюдением изокинетичности скоростей согласно ГОСТ2517-2012. Определен диапазон расхода нефти через ПЗУ, равный 231 – 31,4 $м^3/ч$.

3. Методы повышения эффективности лабораторной установки системы измерений количества и качества нефти

3.1 Применение насоса с частотным преобразователем

Насосная станция лабораторной установки СИКН состоит из двух емкостей с жидкостью, двух насосов, один из которых управляемый при помощи частотного преобразователя, второй – неуправляемый; датчика давления на выходе из насосной станции, а также регулирующих органов – кранов с электроприводами.

Назначение и область применения разрабатываемой продукции

Блочная насосная станция (НС) подключена к СИКН. НС подает воду (вместо нефти) из резервуара в СИКН, откуда вода возвращается обратно в резервуар. Студенты и обучающиеся могут проводить практические и лабораторные занятия на установке СИКН для закрепления практических навыков. Кроме того, насосная станция применяется для обучения студентов эксплуатации и различным способам регулирования работы центробежных насосов.

Функциями насосной являются обеспечение средой СИКН для изучения режимов ее работы и реализация различных способов подключения центробежных насосов, а также возможности регулирования работы одного из них.

Основные технические параметры НС

НС состоит из блок-бокса, 2ух центробежных насосов с электродвигателями, смонтированными на единой раме, емкости, шкафа управления, обратных клапанов, задвижек с электроприводом, манометров и мановакуумметров и трубной обвязки.

- Минимальная подача НС $Q_{\min} = 20\frac{м^3}{ч}$;
- Максимальная подача НС $Q_{\max} = 50\frac{м^3}{ч}$;
- Минимальное давление на выходе из НС $p_{\min} = 0,25\,МПа$;
- Максимальное давление на выходе из НС $p_{\max} = 0,6МПа$;

Насосы и трубная обвязка

- Насосы центробежные консольные (К 20/30 или аналогичные)
- Каждый насос снабжен манометром и мановакуумметром.
- Схема подключения насосов – комбинированная (последовательно-параллельная).
- Один из насосных агрегатов соединен с преобразователем частоты (ПЧ) для возможности регулирования подачи воды с помощью изменения частоты вращения двигателя посредством ПЧ;

Трубная обвязка должна обеспечить:

- возможность регулирования подачи воды с помощью переключения с последовательного соединения насосов на параллельное и обратно;
- при последовательном соединении насосов, максимально допустимое давление на входе второго насоса по ходу течения жидкости должно быть больше давления жидкости на выходе из первого насоса;
- возможность регулирования подачи воды с помощью отключения одного из насосов;
- возможность регулирования подачи воды с помощью байпаса;
- возможность регулирования подачи воды с помощью задвижки на напорном трубопроводе.

Частотные преобразователи позволяют управлять насосами гораздо эффективнее и рациональнее. С их помощью можно изменять скорость вращения двигателя насоса, тем самым регулируя его мощность.

Это позволяет затрачивать меньшее количество энергии на поддержание нужного давления в трубопроводе. Реальная экономия электроэнергии при этом достигает 60%, вследствие чего установка частотного преобразователя достаточно быстро. Кроме того, увеличивается ресурс самого насоса за счет плавного пуска и останова двигателя.

Принцип работы частотного преобразователя

Датчик давления измеряет величину давления в системе водоснабжения и передает результат измерения с помощью токового сигнала 4-20 мА на частотный преобразователь (ПЧ). Встроенный в ПЧ регулятор обрабатывает аналоговый сигнал с датчика и, соответственно, изменяют частоту питающего напряжения. При этом изменяется и частота вращения ротора двигателя насоса. Таким образом, в системе поддерживается постоянное давление при колебаниях расхода воды. При снижении частоты вращения ротора снижается сила тока, а значит и потребление электроэнергии. Использование частотных преобразователей для управления насосами позволяет изменять «кривую насоса» (зависимость давления от расхода в подающей части системы), подстраивая ее под «кривую системы» (зависимость давления от расхода в потребляющей части системы), за счет регулирования оборотов двигателя и подводимой мощности

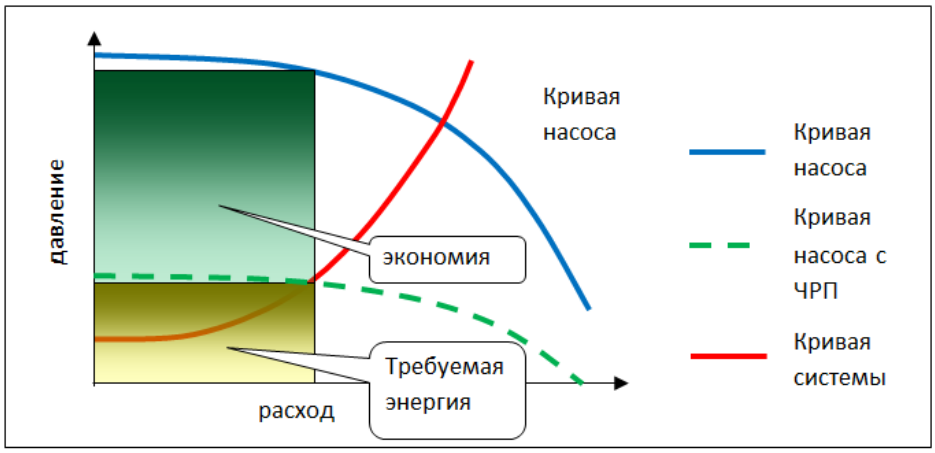


Рисунок 3.1 – Принцип регулирования оборотов двигателя и подводимой мощности

Основные преимущества от внедрения ПЧ для управления насосами в системах водоснабжения:

1. Сокращение эксплуатационных расходов:

- на электроэнергию до 60% по сравнению с регулированием давления заслонкой (дросселированием), так как потребляемая насосом мощность N находится к кубической зависимости от оборотов двигателя ($N = N \times n^3/n^3$), а напор прямо пропорционален оборотам двигателя;
- на ремонт трубопровода за счёт «плавного пуска», исключающего гидроудары в системе и, соответственно, разрывы трубопроводов по этой причине;
- на ремонт насосного оборудования, благодаря увеличению его срока службы в 1,5 - 2 раза за счёт снижения механических нагрузок на узлы насоса при «плавном пуске»;
- на заработную плату обслуживающему персоналу за счёт автоматизации работы всей системы.

2. Повышение качества транспортируемой среды, благодаря непрерывному автоматическому поддержанию давления на заданном уровне, независимо от изменения расхода.

3. Снижение потерь (утечек) на 5-10 % за счёт снижения и стабилизации давления в сети.

3.2 Рекомендации к замене сетчатого фильтра

В блоке фильтров (БФ) находятся 2 сетчатых фильтра МИГ-ФБ-100-4,0 (размер ячейки 2 мм), ниже приведена фотография одного из фильтров.

Рисунок 3.2 – Изображение сетчатого фильтра МИГ-ФБ-100-4,0

Фильтр сетчатый – предназначен для очистки механических примесей сырой и товарной нефти и нефтепродуктов. Областью применения являются узлы учета нефти на объектах трубопроводов предприятий нефтяной и других отраслей промышленности.

Вывод: в связи с тем, что период эксплуатации оборудования сезонный, происходит развитие коррозионных процессов. В свою очередь, это отражается на качестве транспортируемой продукции. В составе нефти и нефтепродуктов неизбежно наличие примесей механических частиц, которые наносят ущерб оборудованию. Для решения данной проблемы рекомендуется замена сетчатого элемента фильтра на элемент с меньшим размером сетки (до 0,2 мм). Это позволит повысить качество продукции, сохранит ресурс оборудования и продлит его работоспособность.

3.3 Совместное применение ультразвукового и массового кариолисового расходомеров

Краткая характеристика массового кориолисового расходомера

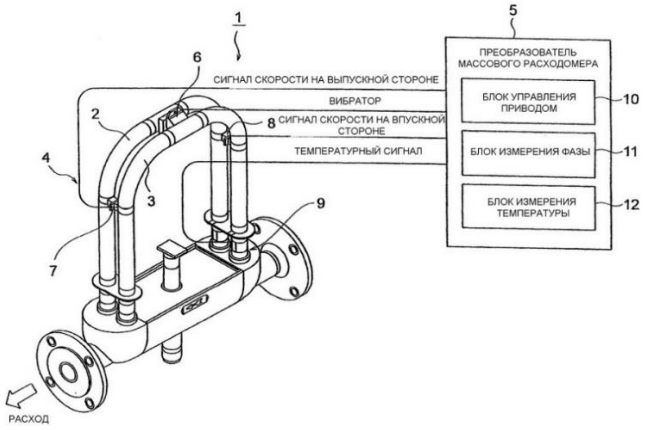


Рисунок 3.3 – Изображение массового кариолиового расходомера

Принцип действия применяемых в ТКО массомеров основан на эффекте кориолиса, т.е. на изменениях фаз механических колебаний U-образных трубок, по которым движется измеряемая среда. Сдвиг фаз пропорционален величине массового расхода. Поток с определенной массой, движущийся через входные ветви расходомерных трубок, создает силу кориолиса, которая оказывает сопротивление вибрации расходомерных трубок. Наглядно это сопротивление видно, когда шланг извивается под напором воды.

Краткая характеристика ультразвукового расходомера

Рисунок 3.3.1 − Ультразвуковой расходомер «ВЗЛЕТ»

Принцип работы любого ультразвукового расходомера основан на базовом явлении распространения ультразвука в среде. Сигнал ультразвука одновременно излучается в двух направлениях от одного датчика к другому. Когда ультразвуковой сигнал распространяется в движущейся среде - газе или

жидкости, время распространения сигнала в направлении движения среды и против него будут различаться. Это время еще называют временем пролета или временем прохода сигнала, а принцип, соответственно, иногда называют времяпролетным. Эта разница пропорциональна скорости движения потока.

Достоинства ультразвуковых расходомеров

Ультразвуковые расходомеры обладают рядом преимуществ:

- При измерении расхода однородных сред, ультразвуковой метод измерения не будет зависеть от давления, температуры, проводимости и вязкости среды;
- Возможность бесконтактного измерения расхода

Из второго преимущества вытекает множество дополнительных преимуществ, которыми не обладают другие расходомеры, и это:

- Монтаж без остановки технологического процесса;
- Инертность к агрессивным воздействиям измеряемой среды;
- Нет потери давления;
- Простота эксплуатации, обслуживания и долгий срок службы.

Практические применения ультразвуковых расходомеров

В настоящее время одними из самых важных ресурсов являются газ и нефть. Их добыча является сложным процессом со своими особенностями. Так добыча нефти является многостадийным процессом, а получаемые продукты могут иметь высокую температуру, вязкость, и даже застывать при нормальных условиях процесса. Применение ультразвуковых расходомеров в таких условиях является одним из лучших решений.

Вывод: одновременное применение ультразвукового и массового кариолисового расходомеров, позволит контролировать значения измеряемого расхода, что в целом, должно способствавать получению более точных измеряемых параметров.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной работе цель экономического исследования заключается в определении степени успешности и эффективности проводимой научной работы. Оценка проводится в комплексном виде, то есть в терминах нескольких параметров, как экономическая эффективность, социальная значимость и другие. Исследование системы измерений количества и показателей качества нефти требует финансовых и других затрат, которые должны быть экономически оправданы и целесообразны. Достижение поставленной в данном разделе цели обеспечивается решением следующих задач:

• оценка перспективности проводимых научных исследований;

• выявление альтернативных направлений научных исследований, также отвечающих поставленным требованиям ресурсной эффективности и ресурсосбережения;

• адекватное планирование научно-исследовательской работы;

• оценка эффективности исследования.

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

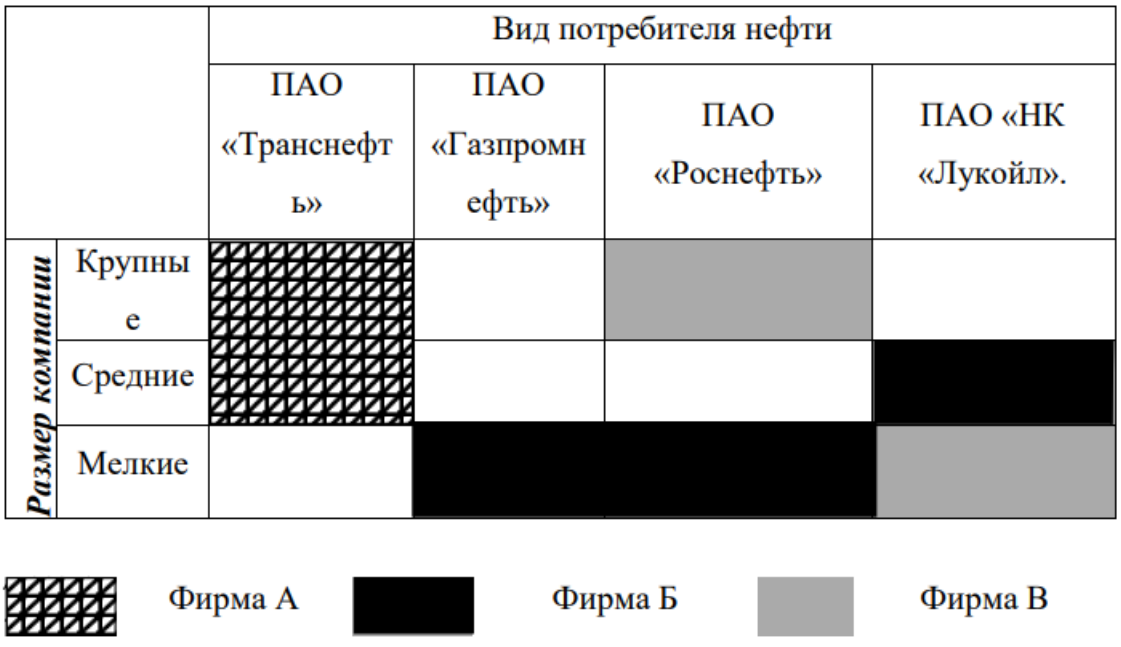
Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – это группа потребителей, частных или корпоративных, объединённых общими характеристиками и имеющими заинтересованность в приобретении вашего товара или использовании услуг. В свою очередь, сегмент рынка – это часть единого рыночного пространства, очерченная границами, определенными четко выявленными в результате исследования: географическими, социальными, отраслевыми различиями субъектов рынка.

Целевой рынок – нефтедобывающие и нефтетранспортирующие предприятия, такие как ПАО «Транснефть», ПАО «Газпромнефть», ПАО «Роснефть», ПАО «НК «Лукойл». Выбираем два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Что касается отраслевого критерия, то сфера пользования ограничена организациями нефтяного сектора.

Карта сегментирования рынка потребления нефти



Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное

исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета,

прототипа и т.п.);

- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$К = \sum В_i Б_i,$$

где $К$ – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Вi - вес показателя (в долях единицы);

Бi – балл i-го показателя.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б тп	Б рек	Б нс	К тп	К рек	К нс
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	5	0,75	0,6	0,75
3. Надежность	0,15	4	5	4	0,6	0,75	0,6
4. Безопасность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
5.Энергоэкономичность	0,1	4	3	2	0,4	0,3	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
2.Конкурентоспособность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
3. Финансирование научного исследования	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
4. Срок выхода на рынок	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
Итого	1	42	41	36	4,6	4,5	3,95

Б тп – техническое перевооружение; Б рек – реконструкция;

Б нс – новое строительство.

Конкурентоспособность технического перевооружения составила 4,6, в то время как реконструкции - 4,5 и нового строительства - 3,95. Результаты показывают, что данная научно-исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как повышение производительности труда пользователя, удобство эксплуатации для потребителей, надежность и энергоэкономичность.

SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ инженерного проекта. Его применяют для того, чтобы перед организацией или менедже-

ром проекта появилась отчетливая картина, состоящая из лучшей возможной информации и данных, а также сложилось понимание внешних сил, тенденций и подводных камней, в условиях которых научно- исследовательский проект будет реализовываться.

На первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты SWOT-анализа исследования, проведенного в рамках данной выпускной квалификационной работы, представлены в таблице.

Таблица 4.2 - Результаты SWOT-анализа исследования

	Сильные стороны научно исследовательского проекта: С1. Экономичность технологии. С2. Экологичность технологии С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки технологии. С4. Возможность продолжения эксплуатации объектов.	Слабые стороны научно исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки Сл2. Отсутствие сертификации Сл3. Вывод оборудования из эксплуатации. Сл4. Большой срок поставки материалов.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление потенциального спроса на новые разработки В3. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных В4. Использование инфраструктуры АО «Транснефть - Центральная Сибирь»	Привлечение различных инновационных структур может увеличить экономичность проекта и использование новых технологий (В1С1С3, В4С1С2С3С4). Появление спроса на НИР позволит продолжение использования объектов без вывода их из эксплуатации (В3С3С4).	Инновационные структуры различных организаций могут оказать помощь в сроках поставки материалов, получения сертификации и разработки прототипов НИР (В1Сл1Сл2, В4Сл2Сл3Сл4). Появление спроса также помогает развивать НИР в данном направлении (В2Сл1Сл2).

Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии У2. Появление конкуренции У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства	Основной угрозой НИР является несвоевременное финансирование работ, которое оказывает влияние на экономичность проекта, его экологичность, а также растянуть проведение работ на длительный срок, при этом эксплуатация объекта будет частично невозможна (У4С1С2С4). Помимо прочего, отсутствие спроса на новые технологии может создать проблемы с использованием новых технологий (У1С3).	Ввиду отсутствия спроса на новые технологии может осложниться процесс получения сертификации и создания прототипов (У1Сл1Сл2). На них же может оказать влияние факт введения дополнительных гос. требований (У3Сл1Сл2). Проблемы с финансированием могут повлиять на срок поставки материалов и процесс вывода оборудования из эксплуатации (У4Сл3Сл4).

Анализируя результаты SWOT-анализа, можно утверждать, что реализация представленных возможностей позволяет выгодно реализовать сильные стороны и уменьшить влияние слабых.

Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

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

Таблица 4.3 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы исследования	1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
	2	Постановка цели и задач исследования	Руководитель, бакалавр
	3	Литературный обзор	Бакалавр
Разработка технического задания	4	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Бакалавр
	6	Исполнение теоретических расчетов и выводы по ним	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Бакалавр
Оформление отчета по исследователь - ской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Бакалавр

Определение трудоемкости выполняемых работ

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

Расчет трудоемкости выполнения научного исследования оценивается в

человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости $t_{ожi}$ используется следующая формула:

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

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

t_{min_i} – минимальная возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы (оптимистическая оценка: в предложении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

t_{max_i} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы (пессимистическая оценка: в предложении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

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

$t_{ожi}$– ожидаемая трудоемкость выполнения i-ой работы, чел.-дн.;

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

Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}$$

где: T_{ki} – продолжительность выполнения i-ой работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность i-ой работы, раб. дней;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{кал}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

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

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

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

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1{,}22$$

Временные показатели проведения научного исследования представлены в Таблица 4.4.

Таблица 4.4 - Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min}, человека дни	t_{max}, человека дни	$t_{ожi}$, человека дни			
Календарное планирование работ по теме	4	8	5,6	Руководитель, бакалавр	3	4
Постановка цели и задач исследования	4	8	5,6	Руководитель, бакалавр	3	4
Литературный обзор	13	19	15,4	Бакалавр	15	23
Составление и утверждение технического задания	8	13	10	Руководитель	10	15
Проведение теоретического анализа существующих технических решений	10	15	12	Бакалавр	12	18
Исполнение теоретических расчетов и выводы по ним	18	24	20,4	Бакалавр	20	30
Оценка результатов исследования	6	9	7,2	Руководитель, Бакалавр	4	5
Составление пояснительной записки	10	15	12	Руководитель, Бакалавр	6	9

На основе таблицы временных показателей проведения научного исследования был построен календарный план-график проведения НИОКР по теме

(Таблица 4.4). Для удобства месяца в диаграмме были разбиты на декады (10 дней).

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта.

Таблица 4.5 - Календарный план-график проведения НИОКР.

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki}, кал. дни	Продолжительность выполнения работ											
				Фев.			Март			Апрель			Май		
1	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр	4												
2	Постановка цели и задач исследования	Руководитель, бакалавр	4												
3	Литературный обзор	Бакалавр	23												
4	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	15												
5	Проведение теоретического анализа существующих технических решений	Бакалавр	18												
6	Исполнение теоретических расчетов и выводы по ним	Бакалавр	30												
7	Оценка результатов исследования	Руководитель, Бакалавр	5												
8	Составление пояснительной записки	Руководитель, Бакалавр	9												

- Руководитель

- Бакалавр

Бюджет научно–технической разработки

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

– Материальные затраты НТИ;

– Основная заработная плата исполнителей темы;

– Дополнительная заработная плата исполнителей темы;

– Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);

– Накладные расходы НИР.

Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат НТР включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле:

$$З_м = (1 + k_м) \cdot \sum_{i=1}^{m} Ц_i \cdot N_{расх\,i},$$

где $k_м$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

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

$Ц_i$ – цена приобретения i-го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования, руб.;

$N_{расх\,i}$ – количество материальных ресурсов i-го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м^2 и т.д.).

Таблица 4.6 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, $З^м$, руб.			
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3

Программы Microsoft Office	шт.	3	3	3	2000	2000	2000	6000	6000	6000
Бумага для принтера	шт.	250	280	300	0,5	0,5	0,5	125	140	150
Электроэнергия	кВт/ч	220	260	280	4,5	4,5	4,5	990	1170	1260
Итого:							7115	7310	7410	

Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Сюда включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (программного обеспечения), необходимого для проведения работ по конкретной теме (таблица 6). Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 4.7 – Расчет затрат на оборудование

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, $З^{м}$, руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Компьютер	шт.	1	1	1	30000	40000	50000	30000	40000	50000
Принтер	шт.	1	1	1	7500	7500	7500	7500	7500	7500
Итого:								37500	47500	57500

Основная заработная плата исполнителей работы

Расчет заработной платы произведен на основе тарифных ставок предприятия, которое занимается проектирование автоматизированных систем управления. Расчет осуществляется по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_{р},$$

где $З_{осн}$– основная заработная плата, руб.;

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

$Т_р$– продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником в рабочие дни.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot М}{F_д},$$

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

М– количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дней М=11,2 месяцев, 5 – дневная неделя;

$F_д$– действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала в рабочие дни.

Месячный должностной оклад работника определяется по формуле:

$$З_м = З_{тс} \cdot (k_р + k_{пр} + k_д) + З_{тс},$$

где $З_{тс}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ - премиальный коэффициент ($k_{пр} = 0{,}3$, т. е. 30% от $З_{тс}$);

$k_д$ - коэффициент доплат и надбавок ($k_д = 0{,}2$, т. е. 20% от $З_{тс}$);

$k_р$ - районный коэффициент (для Томска$k_р = 0{,}3$, т. е. 30%).

Таблица 4.8 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$, %	$k_д$, %	$k_р$, %	$З_м$, руб.	$З_{дн}$, руб.	$Т_р$, раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель проекта	22.156	0.3	0.3	1.3	46.08	2.4	19	45.6
Студент	5.707	0	0	1.3	7.42	0.34	46	15.64
Итого, $З_{осн}$:								61.24

Дополнительная заработная плата исполнителей работы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за

отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн},$$

где $k_{доп}$– коэффициент дополнительной заработной платы, на стадии проектирования принимают равным 0,15.

Таблица 4.9 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{доп}$	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	0,3	45600	13680
Студент	0	15640	0
Итого:			13680

Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды ($k_{внеб} = 0{,}3$).

Отчисления во внебюджетные фонды представим в таблице 5.4.5.1

Таблица 4.10 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	45600	13680
Студент	15640	0

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%
Итого:	22476

Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, не учитываемые впредыдущих пунктах.

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр},$$

где $k_{нр}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы,принимается равным $k_{нр} = 16\%$.

$$З_{накл1} = (7115 + 37500 + 61240 + 13680 + 22476) \cdot 0{,}16 = 22721 \text{ руб.}$$

$$З_{накл2} = (7310 + 47500 + 61240 + 13680 + 22476) \cdot 0{,}16 = 24352 \text{ руб.}$$

$$З_{накл3} = (7410 + 57500 + 61240 + 13680 + 22476) \cdot 0{,}16 = 25968 \text{ руб.}$$

Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Заключительный анализ технического решения представлен в талице

Таблица 4.11 – Итоговые затраты.

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты НТИ	7115	7310	7410	Пункт 3.1
2. Затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	37000	47000	57000	Пункт 3.2

3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	6120			Пункт 3.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13680			Пункт 3.4
5. Отчисления во внебюджетные фонды	22476			Пункт 3.5
6. Накладные расходы	22721	24352	25968	16% от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	109112	120938	132654	Сумма ст. 1-6

Таким образом, общий бюджет затрат НТИ составил 132654 руб.

Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проведения работ

Определение эффективности происходит на основе сравнения значений интегральных финансовых показателей, интегральных показателей ресурсоэффективности и интегрального показателя эффективности разработки, которые получают в ходе оценки бюджета затрат и сравнительной оценки характеристик двух (и более) вариантов разработок.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают входе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{испi}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

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

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно–исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Для 1-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{109112}{132654} = 0{,}82$$

Для 2-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{120938}{132654} = 0{,}91$$

Для 3-го варианта исполнения:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{132654}{132654} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i– весовой коэффициент разработки;

b_i– балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 4.12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности	0,1	5	4	5
2. Удобство в эксплуатации(соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
4. Энергосбережение	0,20	4	3	2
5. Надежность	0,25	5	4	2
6. Материалоемкость	0,15	5	3	4
Итого	1	4,8	3,5	3,05

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп}i}$) определяется на основании интегрального показателяресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп1}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{4{,}8}{0{,}82} = 5{,}8;$$

$$I_{\text{исп2}} = \frac{I_{\text{р-исп2}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{3{,}5}{0{,}91} = 3{,}8;$$

$$I_{\text{исп3}} = \frac{I_{\text{р-исп1}}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп1}}} = \frac{3{,}05}{1} = 3{,}05$$

Из расчетов видно, что наиболее целесообразный вариант проекта разработки НТИ произведен во втором исполнении

Сравнительная эффективность проекта ($\text{Э}_{\text{ср}i}$):

$$\text{Э}_{\text{ср}i} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}$$

Таблица 4.13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,82	0,91	1,00
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,8	3,5	3,05
3	Интегральный показатель эффективности	5,8	3,8	3,05
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,52	1,24	0,53

Как видно из таблицы, первый вариант исполнения научно-исследовательского проекта выгоднее остальных двух как с финансовой стороны, так и со стороны ресурсоэффективности.

Вывод по разделу

В настоящем разделе выполнено исследование особенностей внутренней и внешней среды проекта.

Определена структура этапов НИ-работы, их продолжительность и состав участников по каждому этапу.

Построен календарный план график проведения НИР.

Затраты на выполнение проекта составляют 109112 рублей, и включают в себя: основную и дополнительную заработную плату исполнителей, а также - накладные расходы и отчисления во внебюджетные фонды.

5. Социальная ответственность

Данный раздел дипломной работы посвящен анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных условий для работы персонала на производственных объектах НПС, а также соблюдению условий и охраны труда, промышленной и экологической безопасности.

В данной выпускной квалификационной работе была представлена лабораторная установка для автоматизированной системы сбора данных СИКН, в ее состав входят опасные производственные объекты, которые необходимы для обязательной регистрации в государственном реестре, описанном в Федеральном законе РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и Постановлению Правительства РФ «Об организации и осуществлении производственного контроля над соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах» с использованием «Методических рекомендаций по организации производственного контроля над соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах» гласит о требованиях соблюдения техники промышленной безопасности.

Предприятие владелец СИКН при эксплуатации обязано:

− соблюдать положения Федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ, а также нормативных технических документов в области промышленной безопасности;

− допускать к работе лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к работе;

− обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности; − иметь нормативные технические документы и инструкции;

− обеспечивать наличие и функционирование оборудования, приборов и систем контроля, входящих в состав СИКН в соответствии с установленными требованиями;

− приостанавливать эксплуатацию СИКН в случае аварии или инцидента, а также в случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность;

− принимать участие в анализе причин возникновения инцидента на СИКН, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике подобных инцидентов;

− принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии на СИКН; вести учет аварий и инцидентов на СИКН.

Область применения исследования является обеспечение правильной эксплуатации и проведения коммерческих учетных операций при приеме и сдаче нефти с применением СИКН.

Рабочая зона: промышленная площадка приемно-сдаточного пункта нефти и нефтепродуктов. Климатическая зона: районы с умеренным и холодным климатом.

Наименование оборудования рабочей зоны: приборы КИПиА и АСУТП, метрологические приборы, электродвигатели, емкости для хранения нефти.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: постоянный контроль за показаниями качества и количества нефти, контроль за показаниями оборудования, проведение измерении, ремонт оборудования, обход-осмотр оборудования и трубопроводов.

Эргономические требования к рабочему месту на рассматриваемых площадках регламентируются системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.2.049-80 [22] при работе с производственным оборудованием и ГОСТ 12.2.033-78 [23] при выполнении работ стоя.

Производственная безопасность

К эксплуатации СИКН допускаются лица, достигшие 18 лет, имеющие квалификацию товарного оператора не ниже 4-го разряда, прошедшие курс обучения и сдавшие экзамен по ОТ, ПБ.

Операторы, эксплуатирующие СИКН, должны знать технологическую схему, назначение всех задвижек и уметь быстро и безошибочно выполнять необходимые переключения.

Все работники, занятые ремонтом, обслуживанием и эксплуатацией СИКН должны пройти обучение по устройству и правилам эксплуатации оборудования СИКН.

После прохождения обучения все работники сдают установленный техминимум. Ведомость сдачи находится у начальника.

Условиями безопасной эксплуатации и технического обслуживания СИКН является знание и соблюдение персоналом требований «Правил безопасности для нефтегазоперерабатывающих производств».

Необходимо своевременно согласно графику, производить производственный контроль за герметичностью фланцевых соединений, оборудования и запорно-регулирующей арматуры, установленной в СИКН. Все переключения следует выполнять плавно, без применения рычагов во избежание гидроудара. Все запорные устройства, установленные на технологических трубопроводах должны иметь указатель состояния (Открыто и закрыто).

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при проектировании СИКН В таблице 1 представлены опасные и вредные факторы при проектировании СИКН. На подготовительном этапе выполняется обновление программного технического комплекса, обеспечивающего вывод дополнительных сигналов контроля работы СИКН в единую систему.

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	**Этапы работ**		**Нормативные документы**
	Подготовительный этап	**Завершающие работы по ПСП**	
1. Повышенный уровень шума;	-	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [24]
2. Повышенный уровень общей вибрации;	+	+	ГОСТ 12.1.012-2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования [25]
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны;	-	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение [26]
4. Повышенная влажность и загазованность рабочей зоны;	+	+	ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [27]
5. Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм;	-	+	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [28]
6. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;	+	-	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Классификация и общие требования безопасности [29]
7. Производственные факторы, связанные с электрическим током;	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [30]

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отсутствие или недостаток естественного и искусственного освещения

Недостаточное и или слишком интенсивное освещение рабочей зоны неправильно спроектированное производственное освещение способствует понижению производительности труда, оказывает отрицательное воздействие на человеческий организм, понижает безопасность труда, повышает утомляемость и риск травматизма на производстве. Неправильно выбранное освещение – это как недостаточное освещение опасных зон, так и слишком интенсивное свечение ламп, и блики от них, резкие тени. Неправильная эксплуатация осветительных приборов и установок, а также ошибки при проектировании и установке могут привести к искрообразованию, а в следствие к воспламенению или даже взрыву.

Рабочие места, объекты, подходы и проезды к ним в темное время суток освещаются. Наружное охранное освещение обеспечивает освещенность на уровне земли 0,5 люкс и более.

Для местного освещения при ремонтах и осмотрах во взрывопожароопасных зонах применяются переносные светильники во взрывозащищенном исполнении напряжением не выше 12 В.

Для освещения подъездных дорог установлены прожекторные мачты с прожекторами. Светотехнический расчет выполнен по удельным нормам освещенности полезной площади и в соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»

Повышенный уровень шума

Уровни звука (шума) и эквивалентные уровни звука при работе, выполняемой с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами, операторской работе по точному графику с инструкцией; диспетчерской работе не должны превышать допустимый уровень в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 (таблица 5.3).

Таблица 5.2 – Допустимый уровень шума в соответствии

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБ А
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа.	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

К индивидуальным мероприятиям для снижения вредного влияния шума согласно [24, 25] можно отнести: наушники, противошумные вкладыши, шлемы и каски. Так же защита может быть осуществлена путем установки насосных и компрессорных агрегатов в индивидуальных укрытиях и оснащение их средствами автоматики, дистанционным управлением, не требующим постоянного присутствия обслуживающего персонала.

К методам и средствам коллективной защиты можно отнести изолированные или встроенные элементы конструкции производственного помещения (экраны, перегородки, кабины и т.п.), поглощающие или ослабляющие звуковое излучение.

Повышенная влажность и загазованность рабочей зоны

В процессе производственных операций рабочие могут подвергаться воздействию вредных газов и паров нефти, источником которых являются нарушения герметичности фланцевых соединений, механической прочности фонтанной арматуры, вследствие коррозии или износа, превышение максимального допустимого давления. Особенно опасен сероводород, он нарушает доставку тканям кислорода в организме человека, оказывает раздражающее действие на слизистую оболочку глаз и дыхательных путей, ПДК H2S - 0.1 м2/м3 по Государственному стандарту (ГОСТ) 12.1.005 - 88 [27]. Для контроля запыленности и загазованности используют специальные приборы (газоанализаторы). Количество вредных примесей в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно-допустимых концентраций.

Анализ выявленных вредных факторов при эксплуатации СИКН

Отклонение показателей климата на открытом воздухе

Метеорологические условия на рабочем месте в производственных помещениях и на открытых рабочих площадках определяются температурой воздуха, относительной влажностью, барометрическим давлением и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей. Параметры, определяющие метеорологические условия, оказывают влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье. Увеличение скорости движения воздуха уменьшает неблагоприятное действие повышенной температуры и увеличивает действие пониженной температуры, повышение влажности воздуха усугубляет действие как повышенной, так и пониженной температуры.

При высокой температуре воздуха (30 0С и выше) происходит перегревание организма и тепловой удар. При пониженных температурах возникают обморожения, радикулиты и так далее. Вследствие нарушения водносолевого баланса может развиться судорожная болезнь.

Спецодежда выдается для теплого и холодного периода года. Выдача СИЗ производится в соответствии с типовыми отраслевыми нормами, утвержденными в установленном порядке.

Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов

Для оценки риска ожога при соприкосновении кожи с горячей поверхностью машины необходимо измерить температуру этой поверхности.

Температуру поверхности следует измерять в тех частях машины, где может произойти контакт кожи с поверхностью. Измерение следует проводить в нормальных условиях работы машины. Должен быть учтен наибольший нагрев поверхности машины, имеющий место перед окончанием работы. Если измеренная температура поверхности машины равна или превышает ожоговый порог, то существует риск ожога кожи при контакте ее с горячей поверхностью. Необходимые защитные меры должны реализовываться применительно к персоналу. Такие как: таблички «Осторожно, горячая поверхность», защитные перчатки.

Вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм (ядовитые вещества, химикаты, химическая продукция)

Данный тип воздействий включает в себя следующие вещества:

• углеводороды в виде тяжелых или легких фракций;

• продукты нефтегазовой среды, создающие взрыво- и пожарную опасность;

• токсические элементы нефтегазовой среды;

• химически агрессивные фракции и компоненты данной среды;

• смазочные масла, щёлочи, кислоты.

Действие данного воздействия выражается в возможном раздражении верхних дыхательных путей; воспалении слизистых оболочек носа; возможны отравление организма, острые заболевания кожи, образование дерматитов и ожогов кожи; разъедание зубов и нарушение физиологических функций пищевода. На объектах первичной и вторичной переработки нефти концентрация углеводородов достигает 620 мг/м3 (при ПДК – 3000 мг/м3), концентрация паров марганца при проведении электросварочных работ отмечается на уровне 0.4 мг/м3 при ПДК – 0.1 мг/м3 [26].

К средствам защиты относят следующие изделия и устройства:

• оградительные средства: перчатки, рукавицы, противогазы, респираторы; специальная защитная одежда;

• системы автоматического контроля и сигнализации о превышении ПДК;

• герметизирующие устройства;

• системы дистанционного управления технологическим оборудованием из безопасных мест;

• знаки безопасности – ограждающие, указывающие, запрещающие.

Производственные факторы, связанные с электрическим током

Электрические заряды при перекачке нефтепродуктов возникают как в самом нефтепродукте, так и на стенках оборудования, трубопроводов, в которых она находится. Величина возникающего заряда статического электричества в некоторых случаях достаточна для возникновения мощного электрического разряда, который может послужить источником зажигания и возникновения пожара.

В целях избегания возникновения опасных ситуаций предусмотрены необходимые меры безопасности:

- оборудование, трубопроводы, применяемые на производстве, полностью герметичны;
- изолировать токоведущие части оборудования;
- заземлять точки источника питания или искусственной нейтральной точки;
- устанавливать знаки предостережения в местах повышенной опасности. Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме работы электроустановок производственного и бытового назначения постоянного и переменного тока частотой 50 и 400 Гц устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 [27]. Наиболее опасным считается переменный ток с частотой 50 Гц.

Основные средства индивидуальной защиты: изолирующая подставка, резиновый коврик (дорожка), щитки, диэлектрические перчатки, калоши или боты [28].

Повышенный уровень вибрации

Воздействие вибрации возникает при работе в помещении насосной внешней перекачки нефти и СИКН, из-за вращения ротора насосных агрегатов и элетродвигателей; а также вибрация при регулировании расхода при проведении операций по приёму-сдаче нефти.

К примеру вибрация при частоте 16 Гц не должна превышать амплитуду 0/28 мм.

Предельно допустимые значения по вибрационному фону, регламентируются ГОСТ 12.1.012-90. Одним из эффективных средств защиты от вибрации рабочих мест, оборудования и строительных конструкций является виброизоляция.

Наибольший эффект дают конструктивные и технологические мероприятия. К ним относятся: совершенствование кинематических схем; изыскание наилучших конструктивных форм для безударного взаимодействия деталей и плавного обтекания их воздушными потоками; изменение жесткости или массы для уменьшения амплитуды колебаний и устранения резонансных явлений; применение материалов, поглощающих колебательную энергию и т. п.

В качестве индивидуальной защиты от вибраций, передаваемых человеку через ноги, рекомендуется носить обувь на толстой или войлочной резиновой подошве. Для защиты рук рекомендуются виброгасящие перчатки.

Пожарная безопасность

Главная задача при борьбе с пожарами - локализация, которая достигается путем ограничения времени истечения и объема, вытекающего продукта. На площадке пункта сдачи нефти и сооружениях вспомогательного комплекса задействованы следующие виды пожаротушения: водяное, пенное и порошковое. Основными причинами пожара являются:

− несоблюдение работниками правил пожарной безопасности;

− неисправность электрической проводки, электроаппаратуры;

− электроустановок. последствие взрыва при утечках или аварийных выбросах пожаровзрывоопасных сред;

− проведение электро- и газосварочных работ, электро- и газорезки металла, других технологических процессов, связанных с применением открытого пламени или искрообразованием;

− захламленность рабочей зоны;

− размещение излишков взрыво- и пожароопасных веществ в рабочей зоне.

Для локализации небольших загораний обслуживающий персонал до прибытия передвижных средств пожаротушения должен использовать первичные средства пожаротушения, находящиеся на пожарных щитах и в производственных помещениях.

В качестве первичных средств пожаротушения рекомендуется использовать: полотна грубо шерстяные, ручные огнетушители, асбестовые, пожарный инвентарь (лопаты, ведра, багры), песок. Первичные средства пожаротушения размещаются вблизи мест наиболее вероятного их применения в безопасном при пожаре месте, с обеспечением свободного доступа.

Экологическая безопасность

Анализ влияния работы СИКН на окружающую среду

При эксплуатации СИКН образуются следующие виды опасных отходов:

- Нефтешлам очистки трубопроводов и подземных емкостей, используемых для хранения учтенной и неучтенной нефти;

- Грунт, загрязненный нефтепродуктами, образуется в результате утечек нефти, при ремонте оборудования, при зачистке трубопроводов;

- Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%) образуется при ремонтных работах, обслуживании нефтепромыслового и технологического оборудования;

- Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) образуется в результате производственной деятельности персонала в офисных помещениях.

По мере накопления вывозятся на специализированный полигон:

- Ртутные термометры отработанные и брак образуются в результате эксплуатации ртутных термометров в ИЛН. По мере накопления вывозятся на полигон токсичных отходов г. Томска;

- Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак образуются в результате замены пришедших в негодность ламп системы освещения помещений и промплощадки. По мере накопления вывозятся на полигон токсичных отходов г. Томска.

Обращение с каждым видом отходов производства и потребления зависит от их происхождения, агрегатного состояния, физико-химических свойств субстрата и т.д.

Воздействие на атмосферу

Для СИКН установлены перечень и количество вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух согласно Разрешению Управления Росприроднадзора.

Основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу являются организованные выбросы:

- дыхательные клапана на резервуарах
- дыхательные клапана на дренажных и приемной ёмкостях;
-узел учёта нефти (вентиляционная система).

Неорганизованные выбросы:

- запорно-регулирующая арматура и фланцевые соединения.

Воздействие на гидросферу

В процессе эксплуатации СИКН, особого влияния на водные ресурсы земли не происходит. Образование и утилизации отходов производственнодождевых стоков осуществляется только в специально предназначенные для этого места (емкости) с дальнейшим их вывозом на водоочистные сооружения. Не допускается сброс отходов в водные источники, во избежание загрязнений водных ресурсов.

Воздействие на литосферу

С точки зрения охраны окружающей среды аварией на объектах подготовки и перекачки нефти является нарушение герметичности трубопроводов, оборудования и попадание нефти в окружающую среду.

При разливе нефти необходимо принять меры по установке предупреждающих знаков на подходе к аварийному участку, по ограждению места разлива нефти красными флажками, а в темное время – световыми сигналами.

В случае розлива нефти на почву необходимо немедленно выполнить все необходимые мероприятия для локализации розлива, а разлитую нефть откачать в безнапорные дренажные емкости сбора утечек. Загрязненный грунт, если таковой имеется следует собрать и увезти с территории на специально отведенное место

Плата за загрязнение окружающей природной среды взимается в соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 года или законодательными актами субъектов Федерации, входящих в состав Российской Федерации.

Внесение платы за загрязнение окружающей природной среды не освобождает природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, а также от возмещения в полном объеме вреда, причиненного окружающей природной среде, здоровью и имуществу граждан, народному хозяйству, в соответствии с действующим законодательством.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Объекты нефтегазовой отрасли должны соответствовать правилам безопасности в чрезвычайных ситуациях (ГОСТ Р 22.0.01-2016) [39].

Перечень возможных ЧС:

• стихийного характера (лесные пожары, наводнения, ураганные ветры);

• социального характера (террористический акт);

• техногенного характера (производственная авария). Так в общем случае при эксплуатации коммерческого узла учета нефти (СИКН), возникновение наиболее типичной ЧС возможно в результате разгерметизации оборудования с последующим выходом и возгоранием нефти.

Рабочая зона находится в пожароопасной зоне класса П-I – зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия. Классификация пожара - пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В).

В случае возгорания и взрывов при эксплуатации СИКН необходимо остановить учетные операции, проконтролировать срабатывание защит систем автоматики, в закрытии секущих задвижек, вызвать пожарную охрану, при необходимости, скорую медицинскую помощь, известить своего или вышестоящего руководителя, действовать согласно ПЛАС.

Вывод по разделу

В данном разделе были рассмотрены и проанализированы потенциальные вредные и опасные производственные факторы, которые могут привести к ЧС на производстве и нанести ущерб окружающей среде и здоровью человека.

Организация работ по повышению эффективности приемо-сдаточного пункта сопровождаются с вредными и опасными воздействиями на человека. К ним относятся повышенный уровень шума, повышенный уровень общей вибрации, повышенная влажность и загазованность рабочей зоны, производственные факторы, вещества, обладающие острой токсичностью по воздействию на организм, повышенная температура поверхностей оборудования, материалов, а также производственные факторы, связанные с электрическим током, пожаро-взрывобезопасность на рабочем месте.

По уровню энергозатрат категория работ с СИКН – IIб – работы, связанные с ходьбой и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающимся умеренным физическим напряжением.

Рабочая зона находится в пожароопасной зоне класса П-I – зоны и взрывоопасной зоне 1-го класса.

Для того чтобы обеспечить безопасность сотрудника, компания должна производить контроль за источниками негативного воздействия, за соблюдением основных правил и использованием индивидуальных и коллективных средств защиты. Также каждый сотрудник обязан проходить проверку знаний правил безопасности и поведения в ЧС.

Наибольшее негативное воздействие на окружающую среду оказывается при разгерметизации оборудования и разливов нефтепродуктов, которые являются химическим веществом 3-го класса опасности.

Заключение

Изучен ряд нормативно-технической документации по вопросам функционирования лабораторной установки СИКН ТПУ.

Рассмотрены технические характеристики и паспорта оборудования, составлена общая таблица с перечнем оборудования СИКН и его рабочими параметрами.

Проведен комплекс лабораторных работ, получены навыки работы с оборудованием в насосной: регулирование запорной арматурой, контроль метрологических характеристик одного расходомера по-другому.

Выполнен технологический расчет расхода нефти через пробозаборное устройство с соблюдением изокинетичности скоростей согласно ГОСТ2517-2012. Определен диапазон расхода нефти через ПЗУ, равный 231 – 31,4 $м^3$/ч.

Сформулированы следующие рекомендации по оборудованию:

1. Применение насоса с частотным преобразователем
2. Замена элемента сетчатого фильтра на сетку с меньшим диаметром
3. Совместное применение ультразвукового и массового кариолисового расходомеров.

Список используемых источников

1. ГОСТ Р 8.595–2004. Масса нефти и нефтепродуктов. Общие требования к методикам выполнения измерений. – М.: Изд-во стандартов, 2002.– 11 с. ГОСТ 2517–2012 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2014. – 35 с.

2. МИ 3532–2015 Рекомендация. ГСИ. Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти – Казань, 2015 – 65 с.

3. МИ 2837–2003. Приемо-сдаточные пункты нефти. Метрологическое и техническое обеспечение. – М.: Госстандарт России, 2003. – 41 с.

4. ГОСТ Р 51858–2002 Нефть. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2002. – 10 с.

5. МИ 2775–2002. Порядок метрологического и технического обеспечения промышленной эксплуатации систем измерений количества и показателей качества нефти, трубопоршневых поверочных установок и средств измерений в их составе. – М.: Стандартинформ, 2002. – 18 с.

6. МИ 3081–2007 ГСО. Система измерений количества и показателей качества нефти, светлых нефтепродуктов и жидких углеводородов. Техническое обслуживание и ремонт. – М.: Стандартинформ, 2007. – 60 с.

7. ГОСТ Р 8.587-2019 «ГСИ. Масса нефти и нефтепродуктов».

8. ГОСТ 2517–2012 Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2014. – 35 с.

9. ГОСТ Р 8.563–2009 Государственная система обеспечения единства

измерений. Методики (методы) измерений. – М.: Госстандарт России, 2009. – 13 с.

10. МИ 2825–2003. Рекомендация Государственная Система обеспечения единства измерений. Системы измерений количества и показателей качества нефти. Метрологические и технические требования к проектированию. – М.:

11. Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии» ФГУП ВНИИР, 2003. – 31 с.

12. МИ 2825–2003. Рекомендация Государственная Система обеспечения единства измерений. Системы измерений количества и показателей качества нефти. Метрологические и технические требования к проектированию. – М.:

13. Р 50.2.040–2004. Метрологическое обеспечение учета нефти при ее транспортировке по системе магистральных нефтепроводов. – М.: Госстандарт России, 2004. – 66 с.

14. РМГ 86-2009 ГСО. Масса нефти. Методика выполнения измерений в вертикальных резервуарах в системе магистрального нефтепроводного транспорта. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2009. – 24 с.

15. РМГ 100–2010 Рекомендации по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти. Введены в действие приказом Росстандарта от 21.12.2010 № 829ст.

16. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Санитарные нормы "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 36);

17. ГОСТ 12.4.137-84 Обувь специальная кожаная для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия;

18. ГОСТ 12265-78 Сапоги резиновые формовые, защищающие от нефти, нефтепродуктов и жиров. Технические условия;

19. ПБ 08-624-03 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;

20. СНиП 3.05.06-85 "Электротехнические устройства";

21. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Свод правил. - М.: Проспект, 2016. – 114 с.

22. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. защитное заземление, зануление;

23. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка (с Изменениями N 1, 2);

24. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

25. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1);

26. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы;

27. СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;

28. ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

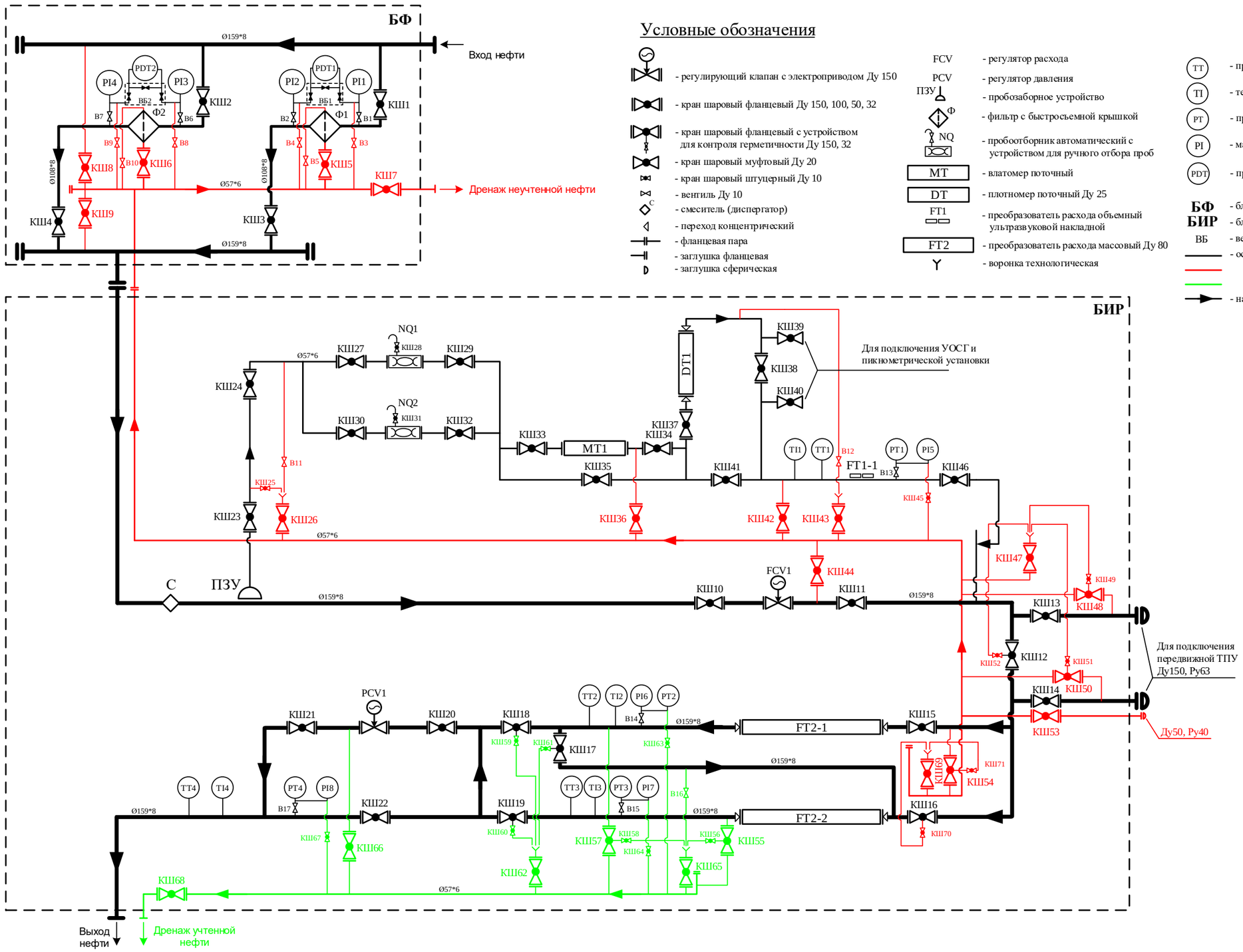
29. ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

30. РД 39-22-113-78 Временные правила защиты от проявлений статического электричества на производственных установках и сооружениях нефтяной и газовой промышленности.

31. ГОСТ IEC 61140-2012 Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования.

32. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Схема технологическая принципиальная СИКН ТПУ

Технологическая схема СИКН ТПУ