



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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
ООП – «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли»
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Автоматизация дожимной насосной станции Повховского нефтяного месторождения
УДК 681.5:622.276.53

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158T92	Ли Хаожань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Н.М.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	д.т.н.		

Нормоконтроль (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОАР ИШИТР	Кучман А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Скороспешкин М.В.	к.т.н.		

Томск – 2023 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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 безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда
ОПК(У)-2	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-3	Способен использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения
ОПК(У)-5	Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом

	продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
ПК(У)-2	Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК(У)-3	Готов применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов, современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых технологий, средства автоматизации технологических процессов и производств
ПК(У)-4	Способен участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры его взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых и нравственных аспектов профессиональной деятельности, в разработке проектов изделий с учетом технологических, конструкторских, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров, в разработке проектов модернизации действующих производств, создании новых, в разработке средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации расчетов и проектирования
ПК(У)-5	Способен участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК(У)-7	Способен участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
ПК(У)-8	Способен выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-9	Способен определять номенклатуру параметров продукции и

	технологических процессов ее изготовления, подлежащих контролю и измерению, устанавливать оптимальные нормы точности продукции, измерений и достоверности контроля, разрабатывать локальные поверочные схемы и выполнять проверку и отладку систем и средств автоматизации технологических процессов, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, а также их ремонт и выбор; осваивать средства обеспечения автоматизации и управления
ПК(У)-10	Способен проводить оценку уровня брака продукции, анализировать причины его появления, разрабатывать мероприятия по его предупреждению и устранению, по совершенствованию продукции, технологических процессов, средств автоматизации и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, систем экологического менеджмента предприятия, по сертификации продукции, процессов, средств автоматизации и управления
ПК(У)-11	Способен участвовать: в разработке планов, программ, методик, связанных с автоматизацией технологических процессов и производств, управлением процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, инструкций по эксплуатации оборудования, средств и систем автоматизации, управления и сертификации и другой текстовой документации, входящей в конструкторскую и технологическую документацию, в работах по экспертизе технической документации, надзору и контролю за состоянием технологических процессов, систем, средств автоматизации и управления, оборудования, выявлению их резервов, определению причин недостатков и возникающих неисправностей при эксплуатации, принятию мер по их устранению и повышению эффективности использования
ПК(У)-18	Способен аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством
ПК(У)-19	Способен участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций
ПК(У)-21	Способен составлять научные отчеты по выполненному заданию и участвовать во внедрении результатов исследований и разработок в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством
ПК(У)-22	Способен участвовать: в разработке программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения научной, технической и научно-методической

	литературы, а также собственных результатов исследований; в постановке и модернизации отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профилей направления; способностью проводить отдельные виды аудиторных учебных занятий (лабораторные и практические), применять новые образовательные технологии, включая системы компьютерного и дистанционного обучения
--	---



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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники (ИШИТР)

Направление подготовки (ООП) – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Громаков Е.И.
(ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158T92	Ли Хаожань

Тема работы:

<i>Автоматизация дожимной насосной станции Повховского нефтяного месторождения</i>	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	<i>02.02.2023 № 33-43/с</i>

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	06.06.2023
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)	- описание технологического процесса на промысле с указанием основных характеристик; - состав и свойства газожидкостной смеси; - процессы и оборудование на дожимной насосной станции; - проектная характеристика установки предварительного сброса воды (производительность по жидкости 15000 м³/сут, производительность по газу 413400 нм³/сут, рабочее давление 1,6 МПа)
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке (аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)	- Описание технологического процесса. - Разработка структурной схемы автоматизированной системы поддержания уровня жидкости в сепараторе. - Выбор контрольно-измерительных приборов и автоматики для управления сепаратором. - Выбор исполнительных механизмов для управления сепаратором. - Моделирование САР уровня жидкости в сепараторе. - Разработка экранных форм управления уровнем

	жидкости в сепараторе.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	- функциональная схема технологического процесса на дожимной насосной станции; - трёхуровневая структурная схема автоматизированной системы; - функциональная схема автоматизации; - схема внешних проводок; - результаты моделирования САР уровня жидкости; - экранная форма.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Сечин А.И., д.т.н., профессор
Финансовый менеджмент	Былкова Т.В., к.э.н., доцент

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.02.2023
---	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Н.М.	-		02.02.2023

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Ли Хаожань		02.02.2023



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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (ООП)– 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Уровень образования – Бакалавриат
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
Период выполнения – Весенний семестр 2022 /2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
158Т92	Ли Хаожань

Тема работы:

<i>Автоматизация дожимной насосной станции Повховского нефтяного месторождения</i>
--

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	10.06.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.05.2023 г.	Основная часть ВКР	60
30.05.2023 г.	Раздел «Социальная ответственность»	20
30.05.2023 г.	Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Н.М.	-		02.02.2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	К.Т.Н.		02.02.2023

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Ли Хаожань		02.02.2023

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 77 страницы, 32 рисунка, 25 таблиц, 22 источника литературы, 3 приложения.

В данной работе выполнено исследование и анализ автоматизации дожимной насосной станции Повховского нефтяного месторождения. Целью является повышение качества процессов и обеспечение экономической эффективности. Для этого была произведена разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом, выбор SCADA-системы, датчиков, разработка алгоритмов автоматического управления, создание математической модели в пакете Simulink, разработка функциональной схемы автоматизации объекта исследования, разработка схема внешних проводок.

Для выполнения работы использовались программные продукты Microsoft Visio Drawing, Matlab R2021a, Trace Mode IDE 6 Base.

Ключевые слова: сепаратор, SCADA-экран, установка предварительного сброса воды, система автоматического регулирования уровня жидкости, программируемый логический контроллер.

Содержание

Введение.....	12
1 Основная часть	13
1.1 Нефть и ее основные свойства.....	13
1.2 Физические свойства нефти.....	13
1.3 Химический состав нефти.....	13
1.4 Основные операции по подготовке нефти на промысле	14
2 Описание технологического процесса	14
3 Выбор контрольно-измерительных приборов и средств автоматики для автоматизированной системы управления сепаратора	16
3.1 Нормы технологического режима работы установки	16
3.2 Выбор контрольно-измерительных приборов и средств автоматики	17
4 Обоснование математической модели нефтяного сепаратора	23
4.1 Математические модели для сепаратора.....	23
4.2 Математические модели для двигателей постоянного тока.....	25
4.3 Математические модели для задвижки	30
5 Моделирование работы нефтяного сепаратора.....	31
6 Разработка функциональной схемы автоматизации нефтяного сепаратора	33
7 Разработка схемы внешних проводок.....	33
8 Разработка экранной формы для SCADA- системы УПСВ.....	33
9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
9.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	44
9.2 Планирование научно-исследовательских работ	48
9.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	52

9.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования	55
10	Социальная ответственность.....	60
10.1	Производственная безопасность	61
10.1.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	62
10.1.2	Анализ искусственного освещения	63
10.1.3	Анализ электромагнитных полей промышленной частоты	64
10.1.4	Анализ электробезопасности.....	65
10.1.5	Анализ показателей вибрации.....	65
10.2	Экологическая безопасность	66
10.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	67
10.4	Выводы по разделу	68
	Заключение	71
	Список источников литературы	72
	Приложение А (обязательное) Структурная схема УПСВ.....	75
	Приложение Б (обязательное) Функциональная схема автоматизации...	76
	Приложение В Схема внешних проводок	77

Введение

Когда нефть из пласта достигает устья скважины и впоследствии течет по нагнетательным и сборным трубам, в зависимости от состава, давления и температурных условий сосуществует смесь нефти и газа. Для того чтобы удовлетворить потребности подсчета продукции скважин, переработки, хранения и транспортировки на большие расстояния, их необходимо разделить по жидкости и газу на то, что обычно называют сырой нефтью и природным газом, что называется сепарацией нефти и газа.

Эффективность сепарации нефти и газа напрямую влияет на качество и количество добычи сырой нефти и природного газа из нефтяных месторождений. Поэтому разработка и выбор наиболее эффективного оборудования для сепарации нефти и газа и наиболее разумной операции сепарации, с наименьшим количеством оборудования, наименьшим потреблением энергии для получения наилучшего эффекта сепарации нефти и газа, то есть минимальные инвестиции для достижения наибольшей экономической выгоды, стали одним из ключевых вопросов в области сбора и передачи нефти и газа.

1 Основная часть

1.1 Нефть и ее основные свойства

Нефть — природная маслянистая горючая жидкость, состоящая из сложной смеси углеводородов и некоторых других органических соединений. По цвету нефть бывает красно-коричневого, иногда почти чёрного цвета, хотя иногда встречается и слабо окрашенная в жёлто-зелёный цвет и даже бесцветная нефть, имеет специфический запах, распространена в осадочных породах Земли. Сегодня нефть является одним из важнейших для человечества полезных ископаемых [1].

1.2 Физические свойства нефти

Физические свойства Нефть — жидкость от светло-коричневого (почти бесцветная) до тёмно-бурого (почти чёрного) цвета (хотя бывают образцы даже изумрудно-зелёной нефти). Средняя молекулярная масса 220—300 г/моль (редко 450—470). Плотность 0,65—1,05 (обычно 0,82—0,95) г/см³; нефть, плотность которой ниже 0,83, называется лёгкой, 0,831—0,860 — средней, выше 0,860 — тяжёлой. Плотность нефти, как и других углеводородов, сильно зависит от температуры и давления. Она содержит большое число разных органических веществ и поэтому характеризуется не температурой кипения, а температурой начала кипения жидких углеводородов (обычно >28 °С, реже ≥100 °С в случае тяжёлых нефтей) и фракционным составом — выходом отдельных фракций, перегоняющихся сначала при атмосферном давлении, а затем под вакуумом в определённых температурных пределах, как правило до 450—500 °С (выкипает ~ 80 % объёма пробы), реже 560—580 °С (90—95 %) [1].

1.3 Химический состав нефти

Химический состав Нефть представляет собой смесь около 1000 индивидуальных веществ, из которых большая часть — жидкие углеводороды (> 500 веществ или обычно 80—90 % по массе) и гетероатомные органические соединения (4—5 %), преимущественно сернистые (около 250 веществ), азотистые (> 30 веществ) и кислородные (около 85 веществ), а также

металлоорганические соединения (в основном ванадиевые и никелевые); остальные компоненты — растворённые углеводородные газы (C1-C4, от десятых долей до 4 %), вода (от следов до 10 %), минеральные соли (главным образом хлориды, 0,1—4000 мг/л и более), растворы солей органических кислот и др., механические примеси (частицы глины, песка, известняка) [1].

1.4 Основные операции по подготовке нефти на промысле

Подготовка нефти на месте необходима для обеспечения надлежащего качества энергоресурсов перед ее отправкой на промышленные предприятия. Основная подготовка нефти осуществляется непосредственно на ее производственных мощностях. Первичная обработка нефти включает 21 дегазацию (удаление газа), обезвоживание (отделение воды), стабилизацию (удаление легких фракций), опреснение (удаление солей). Если подготовка нефти, проведена качественно, то она практически не оказывает вредного воздействия на оборудование. Большинство примесей, вызывающих коррозию металла, присутствуют в остатках пластовой воды. Поэтому основной задачей опреснения является удаление капель из масла. В настоящее время самым простым методом опреснения считается удаление капель воды путем осаждения. Плотность воды намного выше, чем у нефти, поэтому во время этого процесса капли просто оседают на нижнюю часть специального устройства. По мере повышения температуры сырья его вязкость уменьшается. Для того чтобы ускорить разделение, процесс проводят в присутствии электрического поля. Чтобы полностью удалить капельки соли из масла, в сырье вводится промывочная вода, и все ненужные компоненты в конечном итоге выходят [2].

2 Описание технологического процесса

В приложении А представлена схема технологического процесса подготовки нефти на установке предварительного сброса воды (УПСВ) на месторождении.

В соответствии с приложением А, газожидкостная смесь (г.ж.с.) со скважин поступает в узел сбора «гребенка», а затем – в коллектор-усреднитель

потока КУП-1. Для интенсификации процесса выделения воды из г.ж.с. на этом участке вводят концентрированный деэмульгатор в расчете 10-20 г/т нефти. По мере движения г.ж.с. по КУП-1 под действием деэмульгатора в ламинарном режиме происходит частичное расслоение смеси на газ, нефть и воду. Частично расслоенный поток поступает в газовый расширитель Р-1, в котором происходит отбор свободного газа и осаждение крупных механических примесей. После Р-1 г.ж.с. поступает в узел стационарных смесителей СС-1,2. В СС-1,2 происходит интенсивное перемешивание г.ж.с., что позволяет значительно интенсифицировать контакт деэмульгатора с жидкостью и значительно сократить время динамического отстоя в КДФТ. После СС-1,2 г.ж.с. поступает в КУП-2 и далее в УПОГ, где происходит дальнейшее отделение газа от жидкости и расслоение жидкости на нефть и воду. После УПОГ поток разделяется на две равные части и перетекает в параллельные попарно расположенные КДФТ, где происходит окончательное до заданных значений обводненности разделение на нефть и воду в спокойном динамическом режиме.

Предварительно обезвоженная нефть из верхней части КДФТ через задвижки перетекает в нефтяные сепараторы, в которых выделяется остаточная часть газа, не выделившаяся в КДФТ. Нефть из сепараторов откачивается на ЦПС.

Газ, отобранный из Р-1, выделившийся после СС-1,2, УПОГ и из КДФТ собирается в газовом расширителе Р-2, направляется в газовый сепаратор (ГС-1 существующий), в который также собирается газ, выделившийся в нефтяных сепараторах С1/1, С2/1, С2/2. Подготовленный газ используется на собственные нужды (котельная), остальной газ подается на газокompрессорную станцию (ГКС).

Из нижней части КДФТ отбирается вода и через задвижки и регулирующий клапан направляется в буферы-дегазаторы воды (С-1,2) и далее на прием насосов БКНС. В конце концов, вода направляется в ППД, чтобы поддерживать пластовое давление на месторождении.

Для улавливания механических примесей размером более 0,5 мм предусмотрен грязеуловительный колпак на Р-1, а механических примеси размером менее 0,5 мм улавливаются осадителями КДФТ. Уловленные механические примеси из грязеуловительного колпака через общий дренажный коллектор и задвижку отводятся в дренажную емкость ДЕ-2. Из ДЕ-2 жидкость погружным насосом откачивается через задвижку в линию вывода частично обезвоженной нефти из КДФТ.

3 Выбор контрольно-измерительных приборов и средств автоматики для автоматизированной системы управления сепаратора

3.1 Нормы технологического режима работы установки

Таблица 1 – Нормы технологического режима

№ п/п	Наименование стадии процесса, аппараты, показатели режима	Единица измерения	Допускаемые пределы технологических параметров	Требуемый класс точности измерительных приборов по ГОСТ 8.401-80
1	2	3	4	5
1	Линия подвода газожидкостной смеси			
	Давление	МПа	0,3 - 0,5	1,5
		МПа	0,3 - 0,5	0,5
2	Газовый расширитель Р-1			
	Температура	°С	15-60	1,5
3	Стационарные смеситель СС-1,2			
	Давление	МПа	0,3 - 0,5	1,5
		МПа	0,3 - 0,5	0,5

Продолжение таблицы 1 – Нормы технологического режима

4	Устройство предварительного отбора газа УПОГ			
	Верхний аварийный уровень	мм	0-400	±5мм
	Давление	МПа	0,3 - 0,5	1,5
		МПа	0,3 - 0,5	0,5
5	Нефтяной сепаратор			
	Датчик уровня жидкости (двухфазный)	мм	0-1500	±5мм
	Давление	МПа	0,3 - 0,5	1,5
	Сигнализатор предельного уровня жидкости	мм	0-910	±5мм
6	Линия вывода частично обезвоженной нефти из сепаратора			
	Температура	°C	15-60	0,5
	Давление	МПа	0,3 - 0,5	0,5
7	Линия сброса пластовой воды из КДФТ – 1,2,3,4			
	Давление	МПа	0,3 - 0,5	1,5
		МПа	0,3 - 0,5	0,5
	Расход жидкости	м³/ч	200-500	0,5
8	Заслонка дисковая поворотная с эл. приводом	м³/ч	0-380	0,6%
	Линия подпитки сеноманской воды			
	Регулирование расхода воды	м³/ч	0-210	0.6%

3.2 Выбор контрольно-измерительных приборов и средств автоматики

Выбор датчика давления.

Для измерения рабочего давления в сепараторе необходимо установить датчик давления. Датчик давления выбирался из следующего списка: ЭЛЕМЕР-100 [3], Сапфир-22ЕМ [4], Метран-150 [5]. Метран-150 значительно лучше других датчиков давления. Датчик соответствует требованиям к техническому обеспечению, а также требованиям к метрологическому обеспечению.

Таблица 2 – Сравнение датчиков давления

Датчик давления	Элемер-100	Сапфир-22ЕМ	Метран-150
Цена, руб.	58000	16023	25000
Диапазон рабочих температур, °С	от -50 до 70	от -40 до 80	от -40 до 80
Основная приведенная погрешность, %	±0,15	±0,5	±0,075
Давление рабочей среды, МПа	0-16	0-16	0 – 68
средняя наработка на отказ, час	150000	125000	150000



Рисунок 1 – Датчик давления Метран-150

Датчик давления Метран-150 на рис. 1 используется для непрерывного преобразования измеренных значений в цифровой сигнал на основе протокола HART или унифицированный выходной сигнал тока.

Выбор датчика температуры.

Для предотвращения в газожидкостной смеси замерзания или появления парафинов должен быть установлен датчик температуры. Выбор датчика температуры производился среди следующих датчиков ТС-1088 [6], Метран-

274-Exd [7] и ТС-1187Exd и ИП [8]. Был выбран датчик температуры ТС-1088. Датчик соответствует требованиям к техническому обеспечению и требованиям к метрологическому обеспечению.

Таблица 3 – Сравнение датчиков температуры

Датчик температуры	ТС-1088		Метран-274-Exd	ТС-1187Exd и ИП
Цена, руб.	1280		3600	3600
Степень защиты	IP68		IP65	IP68
Погрешность, %	±0,1		±0,25	±0,30
Температура окружающей среды, °С	от -196 до 200		от -45 до 75	от -40 до 70
Диапазон измерений, °С	от 0 до 200		от 0 до 150	от -50 до 200
средняя наработка на отказ, час	15000		14000	15000

Выбор уровнемера.

Для контроля уровня жидкости необходимо установить датчики уровня. Выбор производился среди датчиков РИЗУР-1300 [9], ДУУ2М на рис. 2 [10] и РИЗУР-НМТ-Г [11]. Датчик ДУУ2М оказался наиболее подходящим (рис. 2). Уровнемер соответствует требованиям к техническому обеспечению и требованиям к метрологическому обеспечению.

Таблица 4 – Сравнение уровнемеров

Уровнемеры	РИЗУР-1300	ДУУ2М	РИЗУР-НМТ-Г
Цена, руб.	140000	35260	50000
Диапазон температур измеряемой среды, °С	от -40 до 130	от -55 до 75	от -60 до 125

Продолжение таблицы 4 – Сравнение уровнемеров

Погрешность измерений, мм	± 20	± 3	± 15
Длина, мм	3 000	4000	4000
Температура окружающей среды, °C	от -60 до 75	от -50 до 75	от -60 до 75
Степень защиты	IP65	IP68	IP67
Давление измеряемой среды, МПа	-0,1-2	0-2	0-2,5



Рисунок 2 – Уровнемер ДУУ2М

Выбор расходомеров.

Назначение расходомеров в разрабатываемой АСУ заключается в коммерческом учёте жидкости и измерении объёма жидкости, входящей в технологические установки. Для правильной их работы требуется поддержание заданного уровня жидкости, который контролируется количеством входящей и выходящей жидкости. С этой целью устанавливаются расходомеры. Выбор состоял из следующих расходомеров – Метран-350 [12], Метран-370 [13], Rosemount 8700 [14], FLUXUS F808 [15] и был остановлен на Rosemount 8700

(рис. 3). Расходомер соответствует требованиям к техническому обеспечению и требованиям к метрологическому обеспечению.

Таблица 5 – Выбор расходомера

Расходомеры	Метран-350	Метран-370	Rosemount 8700	FLUXUS F808
Давление измеряемой среды	до 25 МПа	до 4 МПа	до 40 МПа	до 25 МПа
Условный проход	50...2400	15...200	4...900	10...6500
Температура измеряемой среды	-40...+400°C	-29...+180°C	-29...+177°C	-30...+60°C
Температура окружающей среды	-40...+85°C	-40...+65°C	-50...+74°C	-40...+130°C
Выходной сигнал постоянного тока	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, WirelessHART	4-20 мА /HART	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, Modbus
Погрешность измерений	±0,8 %	±0,5 %	±0,25 %	±1 %
Степень защиты	IP68	IP68	IP67	IP68
Цена	-	-	от 46 820p	от 46 820p



Рисунок 3 – Rosemount 8700

Выбор контроллера.

Выбор контроллерного оборудования производился из Siemens SMART 2 [16], ADAM 5510 [17], SIMATIC S7-300 [18]. Был выбран Siemens SMART 2. Контроллер соответствует требованиям к техническому обеспечению.

Таблица 6 – Выбор контроллеров

Тип ПЛК	Siemens SMART 2	ADAM 5510	SIMATIC S7-300
Фирма производитель	PEP	Advantech	Siemens
Страна	Германия	США	Германия
Диапазон температуры (°C)	-40 - +80	-10 - +70	-25 - +60
Влажность воздуха(%)	5 - 95	5 - 95	5 - 95
Гарантийный срок (лет)	2	1	1
Номенклатура (шт)	18	12	45
Кол-во модулей в каркасе (шт)	До 14	4	до 8
Кол-во каналов в модуле	8	16	8/16/32
Размеры модуля (мм)	78*31*70	110*31*75	125*40*120

Контроллер Siemens SMART 2 представлен на рис. 4.



Рисунок 4 – Контроллер Siemens SMART 2

4 Обоснование математической модели нефтяного сепаратора

Для того чтобы нефтяной сепаратор работает на требуемом уровне, нам нужен электродвигатель, который помогает жидкости входить в нефтяном сепараторе с необходимой скоростью, и задвижка, которая позволяет отделенному нефти выходить с необходимой скоростью. То есть нам необходимо рассчитать отдельно передаточную функцию сепаратора, электродвигателя и задвижки.

4.1 Математические модели для сепаратора

Эта система представляет собой типичную систему первого порядка, где сепаратор эквивалентен контейнеру с жидкостью, а закон сохранения материи дает выражение:

$$Q_{in} = Q + Q_{out}, \quad (1.1)$$

где Q_{in} – расход г.ж.с., который поступает в ёмкость (сепаратор);

Q_{out} – расход г.ж.с., который вытекает из ёмкости;

Q – количество г.ж.с., хранящееся в ёмкости.

Если известно, что A - площадь поперечного сечения ёмкости, а h - высота уровня г.ж.с. в ёмкости, то из (1.1) следует выражение:

$$Q_{in} = A \frac{dh}{dt} + Q_{out}. \quad (1.2)$$

Расход г.ж.с, который вытекает из ёмкости, зависит от h , коэффициента расхода жидкости, площади выхода г.ж.с. из ёмкости и гравитационной постоянной. В результате имеем:

$$Q_{out} = C_d a \sqrt{2gh}, \quad (1.3)$$

где C_d – коэффициент расхода жидкости [19];

a – площадь выхода г.ж.с. из ёмкости;

g – гравитационная постоянная.

Объединив выражения (1.2) и (1.3), можно получить выражение:

$$Q_{in} = A \frac{dh}{dt} + C_d a \sqrt{2gh}. \quad (1.4)$$

Предположим, что Q_{in} это константа, тогда расход г.ж.с. , который вытекает из ёмкости, достигнет устойчивого значения $Q_{out} = Q_{in}$, высота уровня г.ж.с. в ёмкости тоже достигнет устойчивого значения h_0 .

То есть мы можем получить выражение:

$$Q_0 = C_d a \sqrt{2gh_0}. \quad (1.5)$$

Предположим, что у Q_{in} есть маленькое значение флуктуации, мы можем получить выражение:

$$\delta Q_{in} = Q_{in} - Q_0. \quad (1.6)$$

Одновременно у высоты уровня г.ж.с. в ёмкости тоже есть маленькое значение флуктуации, мы можем получить выражение:

$$\delta h = h - h_0. \quad (1.7)$$

Объединив выражения (1.6), (1.7) и (1.4), можно получить выражение:

$$A \frac{d\delta h}{dt} + C_d a \sqrt{2g(\delta h + h_0)} = \delta Q_{in} + Q_0. \quad (1.8)$$

Применим ряд Тейлора для линеаризации выражения, ряд Тейлора показан в выражении:

$$f(x) = f(x_0) + \left. \frac{df}{dx} \right|_{x=x_0} \frac{(x-x_0)}{1!} + \left. \frac{d^2 f}{dx^2} \right|_{x=x_0} \frac{(x-x_0)^2}{2!} + \dots \quad (1.9)$$

Если взять первый порядок ряда Тейлора, то получится выражение:

$$\delta f(x) \approx \left. \frac{df}{dx} \right|_{x=x_0} \delta x \quad (1.10)$$

Линеаризация выражения (1.8) и выражения (1.10) приводит к выражению:

$$A \frac{d\delta h}{dt} + \frac{Q_0}{2h_0} \delta h = \delta Q_{in} \quad (1.11)$$

Применяя преобразование Лапласа к уравнению, получаем выражение:

$$\frac{h(s)}{Q_{in}(s)} = \frac{1}{As + \frac{Q_0}{2h_0}} \quad (1.12)$$

Таблица 7–параметры ёмкости

Параметр	Значение
A – площадь поперечного сечения ёмкости	A=1м ²
h – высота уровня г.ж.с. в ёмкости	h=1.5м
h ₀ – значение стабильности уровня жидкости	h ₀ =1м
C _d – коэффициент расхода жидкости	C _d =0.1м ³
a – площадь выхода г.ж.с. из ёмкости	a=0.1м ²

Используем данные из Таблицы 7 для получения выражения:

$$\frac{h(s)}{Q_{in}(s)} = \frac{1}{s + 0.022} \quad (1.13)$$

4.2 Математические модели для двигателей постоянного тока

Двигатели постоянного тока имеют следующие механические характеристики:

$$n = \frac{U_d - I_d R_a}{C_e} \quad (2.1)$$

где n – скорость вращения;

U_d – напряжение якоря;

I_d – ток якоря;

R_a – сопротивление якоря;

C_e – коэффициент электрического потенциала при номинальном потоке.

Также для тока якоря как функции электромагнитного момента существует следующая зависимость:

$$T_e = C_m I_d, \quad (2.2)$$

Некоторые из этих параметров имеют следующие значения:

где T_e – электромагнитный крутящий момент;

C_m – коэффициент крутящего момента при номинальном магнитном потоке.

А противоэлектродвижущая сила двигателя связана со скоростью двигателя следующим образом:

$$E = C_e n. \quad (2.3)$$

При уравнивании цепи общее сопротивление приравнивается к одному сопротивлению, общая индуктивность – к одной индуктивности, а противодействующая электродвижущая сила – к скорости при возбуждении.

Эквивалентная схема показана на диаграмме ниже на рис. 5.

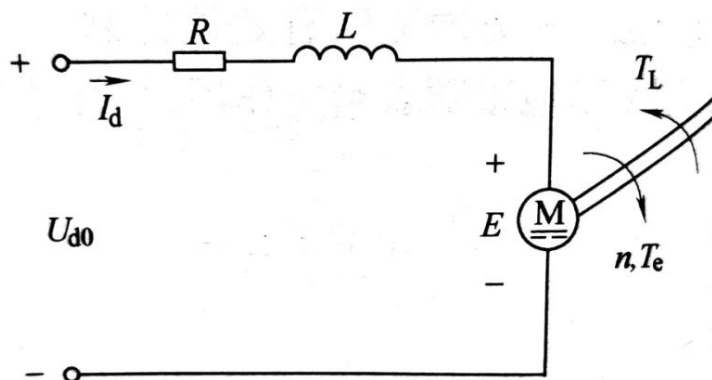


Рисунок 5 – Эквивалентная схема двигателя постоянного тока

Уравнение динамического напряжения имеет вид:

$$U_{d0} = R I_d + L \frac{dI_d}{dt} + E \quad (2.4)$$

Если пренебречь моментом вязкого трения и упругим моментом, уравнение динамики для вала двигателя имеет вид:

$$T_e - T_L = \frac{GD^2}{375} \frac{dn}{dt} . \quad (2.5)$$

Заменим некоторые константы модели следующим образом:

$$T_m = \frac{GD^2 R}{375 C_e C_m} , \quad (2.6)$$

$$T_l = \frac{L}{R} , \quad (2.7)$$

где T_l – электромагнитная постоянная времени для цепей якоря;

T_m – электромеханическая постоянная времени для систем тяги мощности [20].

Уравнение напряжения эквивалентной схемы вычитается из противодействующей электродвижущей силы двигателя, чтобы найти напряжение на эквивалентном резисторе и индукторе:

$$U_d - E = R(I_d + T_l \frac{dI_d}{dt}) , \quad (2.8)$$

$$I_d - I_L = \frac{T_m}{R} \frac{dE}{dt} , \quad (2.9)$$

где I_L – ток нагрузки, рассчитываемый по формуле:

$$I_L I = \frac{T_L}{C_m} . \quad (2.10)$$

После выполнения преобразования Лапласа для обеих сторон двух вышеприведенных уравнений, передаточная функция напряжения и тока получается следующим образом:

$$\frac{I_d(s)}{U_{d0}(s) - E_d(s)} = \frac{1/R}{T_l s + 1} . \quad (2.11)$$

Передаточные функции тока и электрического потенциала:

$$\frac{E(s)}{I_d(s) - I_L(s)} = \frac{R}{T_m s} \quad (2.12)$$

Согласно уравнению электрического потенциала и скорости, существует передаточная функция электрического потенциала и скорости:

$$\frac{E(s)}{n(s)} = \frac{1}{C_e} \quad (2.13)$$

Приведенные выше передаточные функции объединяются для получения модели передаточной функции системы на рис. 6.

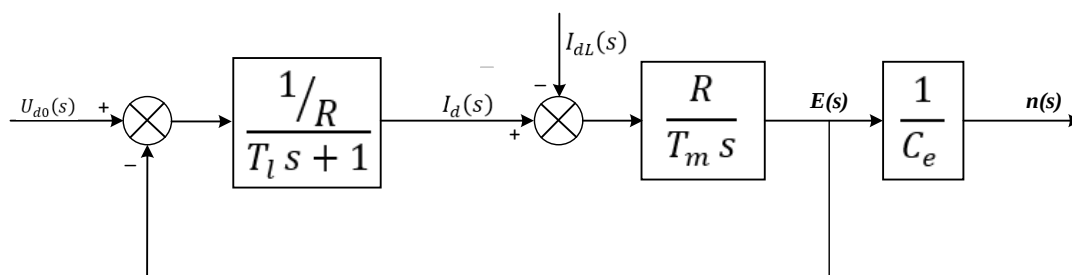


Рисунок 6 – Структурная схема двигателя постоянного тока

Для моделирования используется двигатель постоянного тока Z4-132-1 (10 кВт) [21] со следующими параметрами:

Таблица 8–параметры двигателя

Параметр	Значение
Номинальная мощность	10kW
Номинальное напряжение	400V
Номинальный ток	30.1A
Номинальная скорость	1300r/min
Сопротивление якоря	1.309Ω
Индуктивность цепи якоря	18.9mH
Коэффициент электрического потенциала	0.271127 V*min/r
Момент инерции	0.32kg/m ²

После расчета передаточной функции была разработана следующая модель на рис. 7.

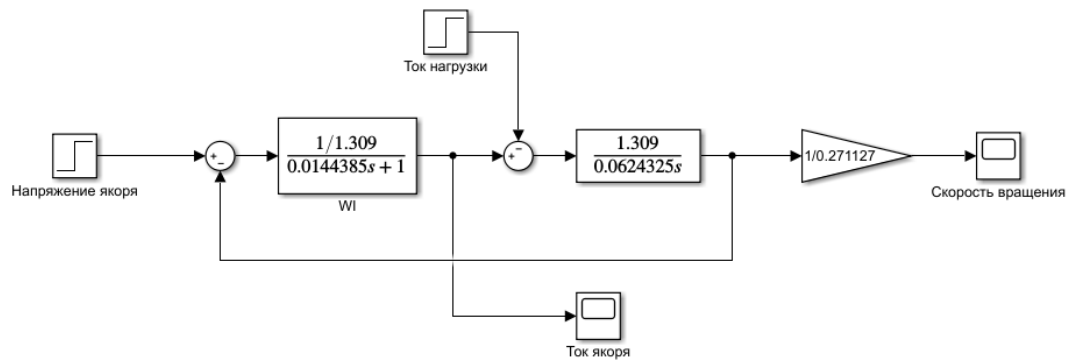


Рисунок 7 – Модель передаточной функции двигателя

Здесь напряжение якоря изменяется от нуля до 400 В в момент времени 1 с; ток нагрузки изменяется от нуля до 30,1 А в момент времени 5 с.

Полученная кривая изменения скорости имеет вид на рис. 8.

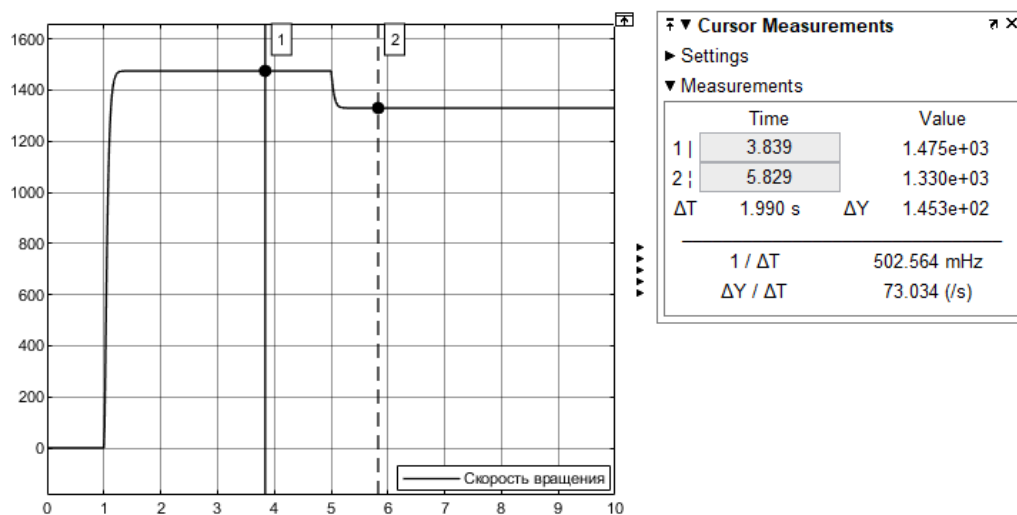


Рисунок 8 – Кривая скорости модели трансмиссии

Кривые изменения тока следующие на рис. 9.

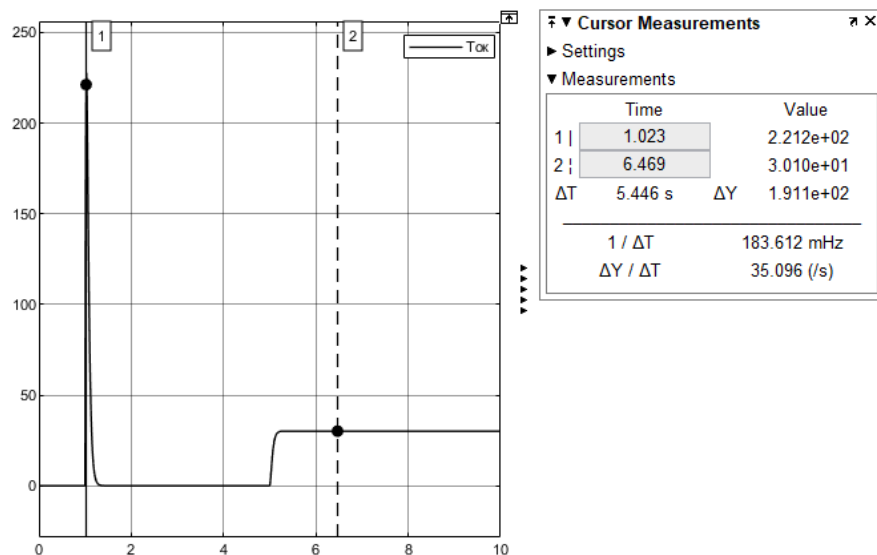


Рисунок 9 – Токовые кривые модели передаточной функции

4.3 Математические модели для задвижки

Задвижка опишем аperiodическим звеном первого порядка

$$W_{за} = \frac{K_{за}}{T_{за} \cdot s + 1}, \quad (3.1)$$

где $W_{за}$ – передаточная функция задвижки;

$K_{за}$ – коэффициент передачи задвижки, МПа/мм;

$T_{за}$ – постоянная времени задвижки, с.

Коэффициент передачи задвижки определяется как отношение максимального давления к ходу штока [22]:

$$K_{за} = \frac{p_{\max}}{l} = \frac{0.5}{50} = 0.01 \frac{\text{МПа}}{\text{мм}}, \quad (3.2)$$

где $p_{\max}$ – максимальное давление, которое может выдержать нефтяной сепаратор, из таблицы 1 $p_{\max} = 0,5 \text{ МПа}$;

l – Рабочий ход штока задвижки $l = 50 \text{ мм}$ [22].

Постоянную времени клапана примем равной 5 секунд [22]. Тогда передаточная функция клапана:

$$W_{за} = \frac{0.01}{5s + 1} \quad (3.3)$$

5 Моделирование работы нефтяного сепаратора

Объединив передаточные функции двигателя и накопительного бака, мы можем получить следующую модель системы автоматического регулирования уровня жидкости (рис. 10).

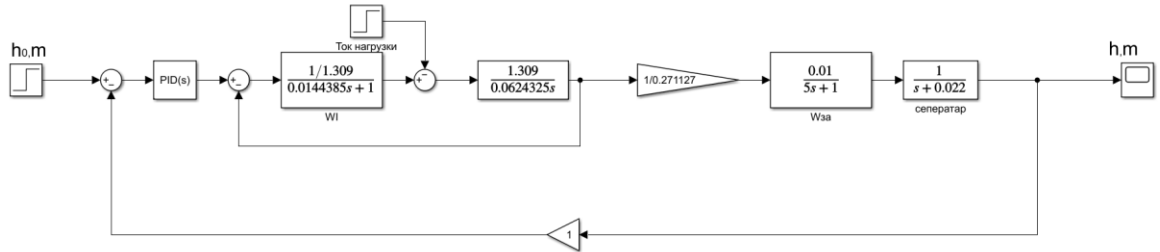


Рисунок 10 – Модель системы регулирования уровня жидкости в сепараторе

Элемент автоматической настройки параметров ПИД-регулятора на рис.

11.

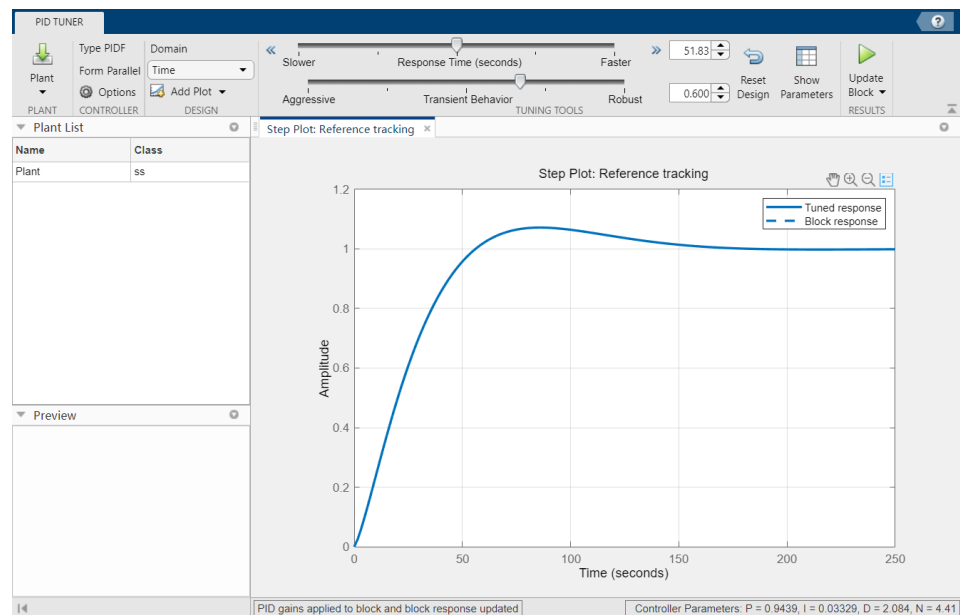


Рисунок 11 – Элемент автоматической настройки параметров ПИД-регулятора

На рисунке 12 изображены параметры ПИД-регулятора, выставленные автоматически.



Рисунок 12 – параметры ПИД-регулятора

Потом мы можем получить график на рис. 13.

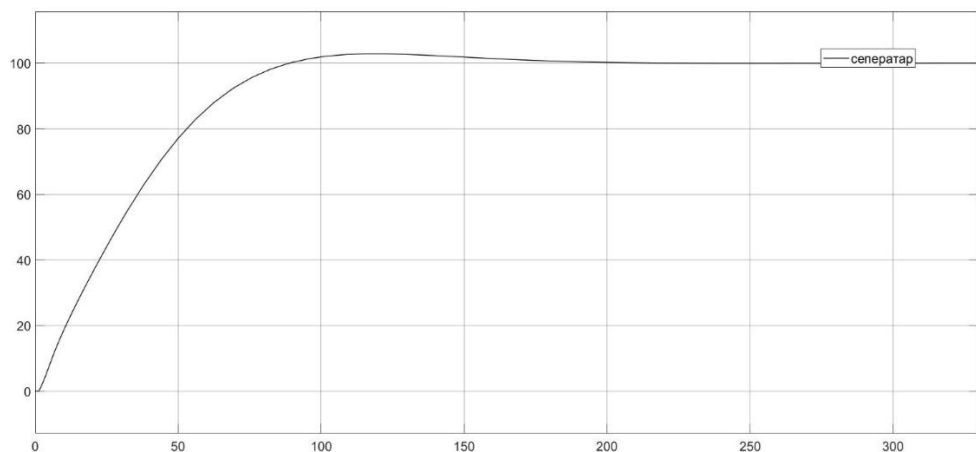


Рисунок 13 – График переходного процесса регулирования уровня жидкости в сепараторе

Как показано на графике, система начинает работать стабильно после запуска примерно 210 секунд после запуска.

6 Разработка функциональной схемы автоматизации нефтяного сепаратора

Нефтяной сепаратор представляет собой сложный взаимосвязанный объект. Функциональная схема установки продемонстрирована в приложении Б. Уровень автоматизации, представленный в приложении, соответствует базовому уровню. Все незадействованные в этой модели параметры установки не показаны.

7 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешних проводок – это комбинированная схема, показывающая электрические соединения между оборудованием. Сигналы от всех датчиков и исполнительных механизмов передаются по кабелю управления в клеммную распределительную коробку, откуда они поступают на экран оператора. Клеммная распределительная коробка предназначена для подключения кабелей при монтаже различного технического оборудования. Схема внешних проводок для концевого делителя фаз трубного продемонстрирован в приложении Г.

8 Разработка экранной формы для SCADA- системы УПСВ

SCADA – программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления [23].

SCADA-экран помогает связать все необходимые устройства, а именно: датчик регулирования температуры; датчик регулирования давления; датчик регулировки уровня.

Создание узла APM. Воспользуемся пользовательской библиотекой компонентов. Скопируем файл `tmdevenv.tmul` в директорию `TRACE MODE`. Путь для копирования и вставки файла пользовательской библиотеки представлен на рисунке 14.

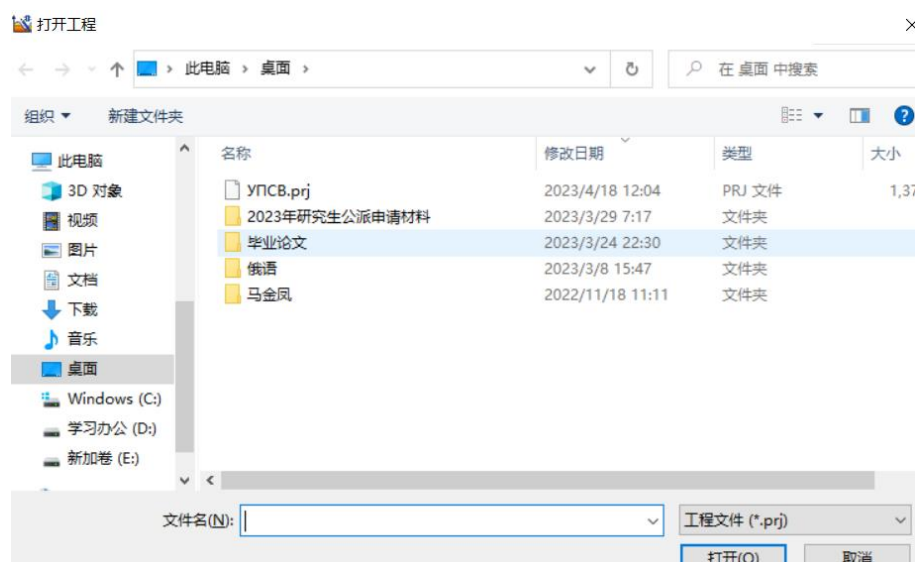


Рисунок 14 – Путь для копирования и вставки файла пользовательской библиотеки

Для начала создадим новый проект, при этом выберем стиль разработки «стандартный». Окно создания нового проекта показано на рисунке 15.

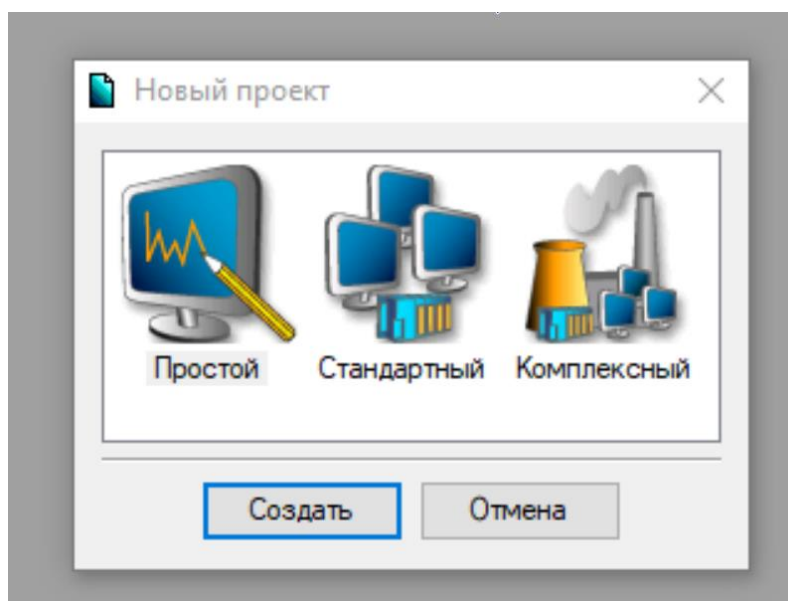


Рисунок 15 – Окно создания нового проекта

Вследствие чего появится новый проект, содержащий окно навигатора проекта. Окно навигатора проекта представлено на рисунке 16.

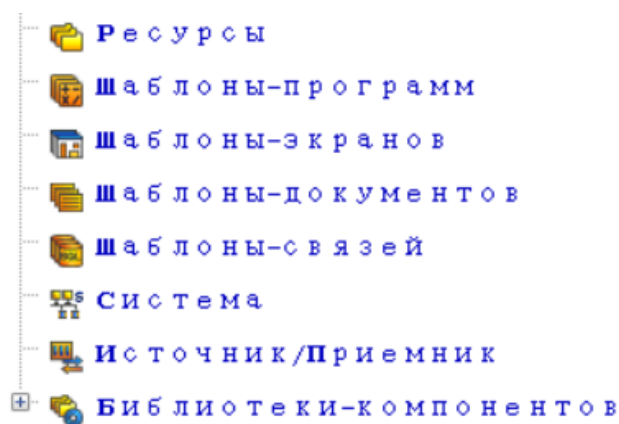


Рисунок 16 – Окно навигатора проекта

Создание графического экрана

Создание графического экрана будет подразделяться на 3 шага:

- создание статического текста;
- создание динамического текста;
- создание стрелочного прибора, привязка к аргументу.

Перейдем в слой Библиотеки_компонентов (рисунок 17), где откроем библиотеку Библиотека_1.

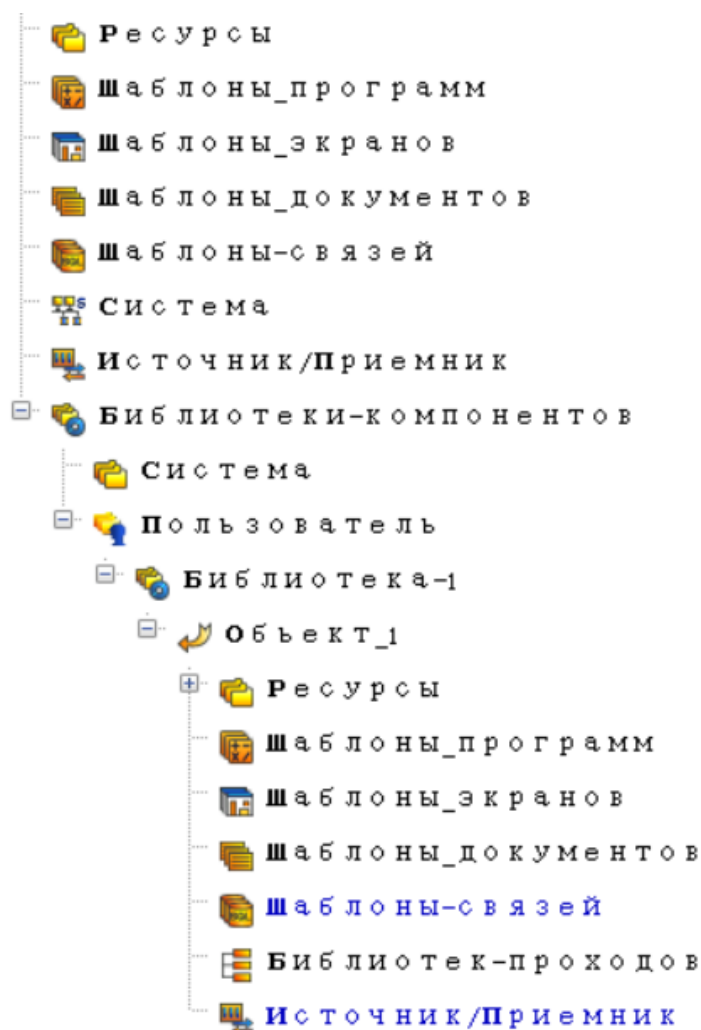


Рисунок 17 – Библиотека компонентов Library_1

Перенесем группы в слой Ресурсы текущего проекта и переименуем их как показано ниже на рисунке 18.



Рисунок 18 – Слой Ресурсы текущего проекта

Далее в этом слое создадим группу Картинки, для дальнейшего применения в оформлении SCADA-экрана (рисунок 19). Далее, создадим в группе Картинки новый компонент – Библиотека_Изображений#1.



Рисунок 19 – Создание компонента Библиотека_Изображений#1

Откроем созданную библиотеку для редактирования. В открывшемся окне укажем поддиректорию ...\\Lib\\Texture. Содержимое библиотеки Библиотека_Изображений#1 показано на рисунке 20.

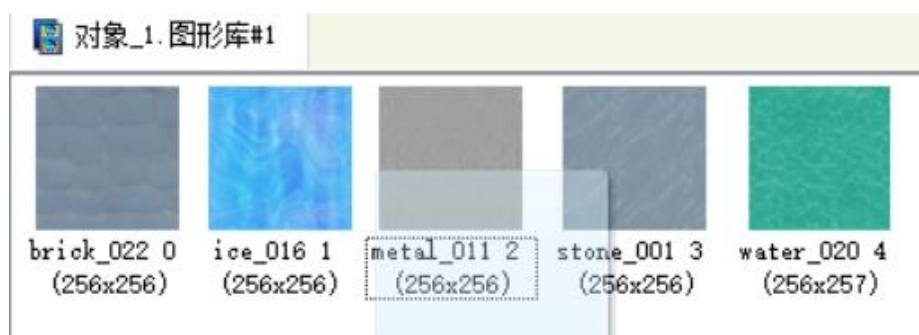


Рисунок 20 – Содержание компонента Библиотека_Изображений#1.

Подобным описанному выше способу создадим в слое Ресурсы группу Анимация и наполним ее содержимым ...\\Lib\\Animation (рисунок 21).

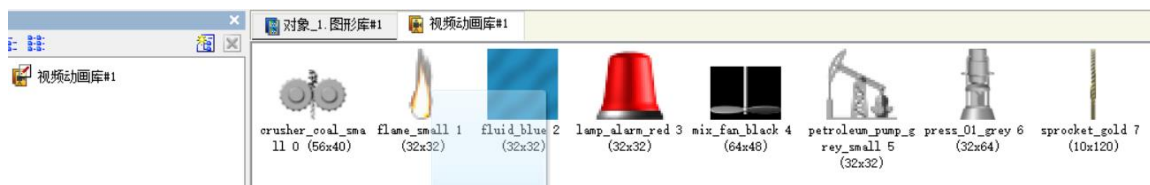


Рисунок 21– Содержание компонента Библиотека_Видеоклипов #1

Перейдя в слой Шаблоны_экранов (рисунок 22), создадим в нем компонент Экран#1.

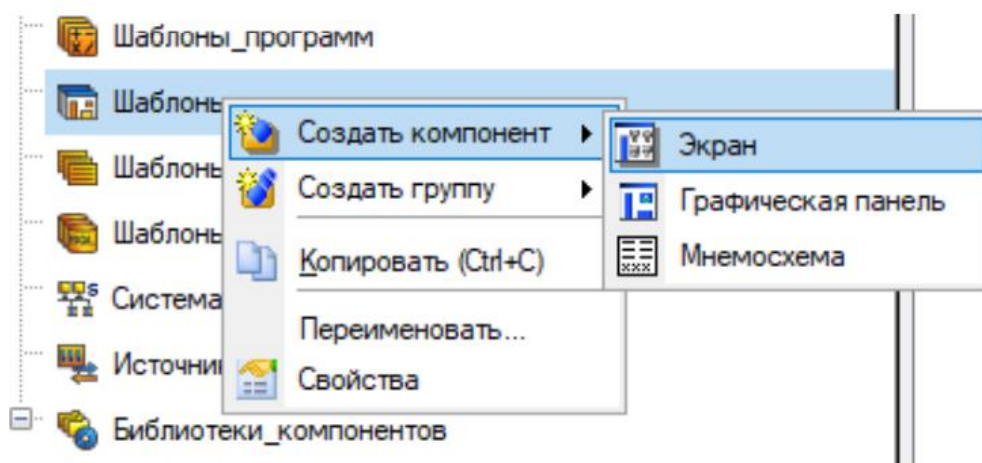


Рисунок 22 – Создание Экрана#1

Переименуем его в Сепарация нефти, результат представлен на рисунке 23.

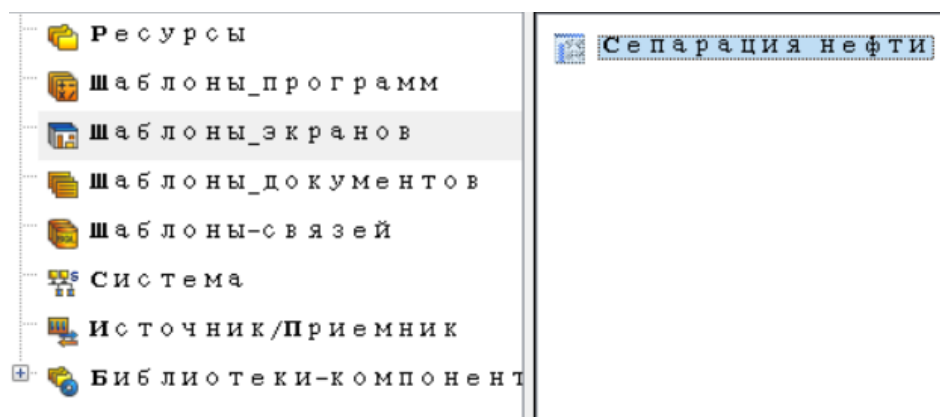


Рисунок 23 – Переименование Экрана

Список созданных аргументов представлен на рисунке 24.

Аргументы									
Имя	Тип	Тип данных	Значение по умолчанию	Привязка	Флаги	Группа	Едизмерения	Комментарий	Кодировка
Давление_вход	IN	REAL					...		
Температура_рабочая_вход	IN	REAL					...		
Значение_температуры	IN/OUT	REAL					...		
Уровень_вход	IN	REAL					...		
Давление_выход	IN	REAL					...		
Температура_рабочая_выход	IN	REAL					...		
Уровень_выход	IN	REAL					...		
Значение_давления	IN/OUT	REAL					...		
Значение_уровень	IN/OUT	REAL					...		

Рисунок 24 – Создание Аргументов

Зададим в качестве фона экрана текстуру metal_011 (рисунок 25).

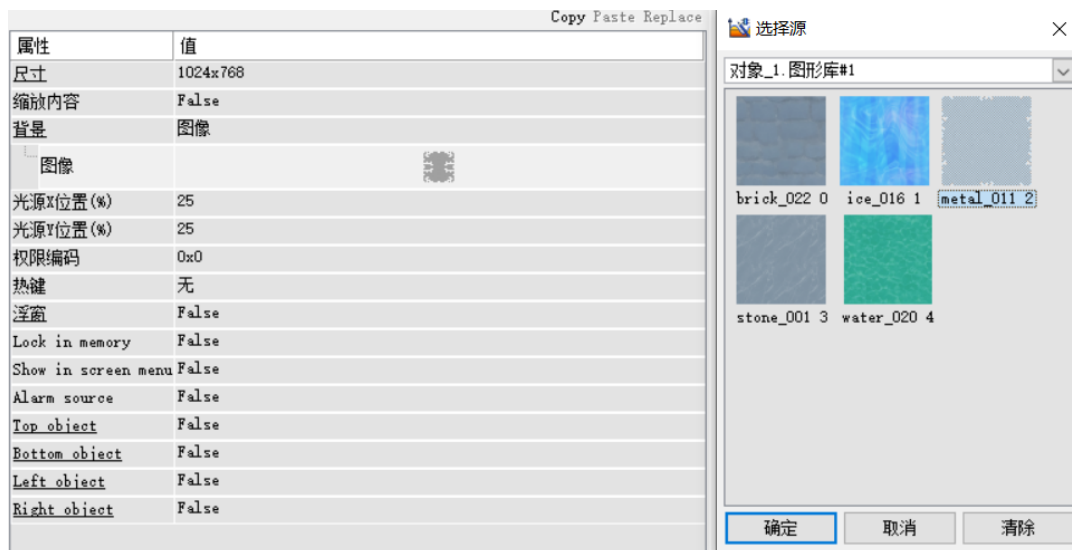


Рисунок 25 – Изменение фона экрана

Создадим статическую часть экрана (рисунок 26).

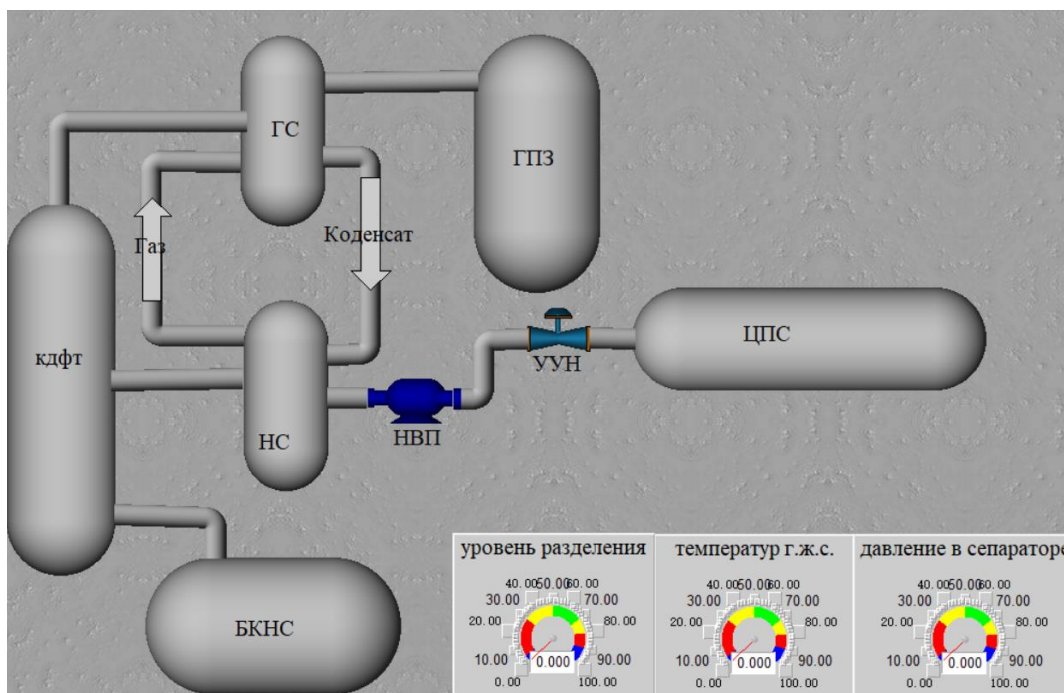


Рисунок 26 – Статическая часть экрана

Статический текст настроен согласно шаблону, представленному на рисунке 27.

属性	值
轮廓	
填充	
字体	Times New Roman, 16
对齐	居中
文本	К Д Ф Т
文本颜色	
* 可见	True
* 提示	
* 透明度	0
* 层	层
* 实时选项	False
* 几何	隐藏

Рисунок 27 – Настройка графического элемента (ГЭ) Текст

Значения температуры, давления и уровня в нефтяном сепараторе НС будем отображать с помощью графического экрана Показывающий прибор. Свойства стрелочного прибора для температуры представлены на рисунке 28.

显示值	0
位置	居中
旋转角	135
标题	
线条	True
标尺	True
指针	
单位	
当前值	True
背景	
边框	
* 可见	True
* 提示	
* 层	层
* 几何	隐藏

Рисунок 28 – Свойства стрелочного прибора для температуры

Для отображения текущей даты и времени воспользуемся ГЭ Календарь. Результат настройки ГЭ отображен на рисунке 29.

显示值	0
位置	居中
旋转角	135
标题	
线条	True
标尺	True
指针	
单位	
当前值	True
背景	
边框	
* 可见	True
* 提示	
* 层	层
* 几何	隐藏

Рисунок 29 – Свойства ГЭ Календарь

Также на экране добавим статический и динамический текст для отображения остальных необходимых параметров. При этом в свойствах динамического текста выполним привязку к соответственным параметрам. Подложкой для текста будет служить ГЭ Прямоугольник. Результаты размещения представлены на рисунке 30.



Рисунок 30 – Размещение ГЭ Текст на экране

При этом привязка аргумента к ГЭ Текст выполняется согласно шаблону, представленному на рисунке 31.

轮廓	
填充	
字体	Times New Roman, 16
对齐	居中
文本	ЦПС
文本颜色	
* 可见	True
* 提示	
* 透明度	0
* 层	层
* 实时选项	False
* 几何	隐藏

Рисунок 31 – Свойства ГЭ Текст (динамический)

Итоговый вариант SCADA-экрана продемонстрирован на рисунке 32.

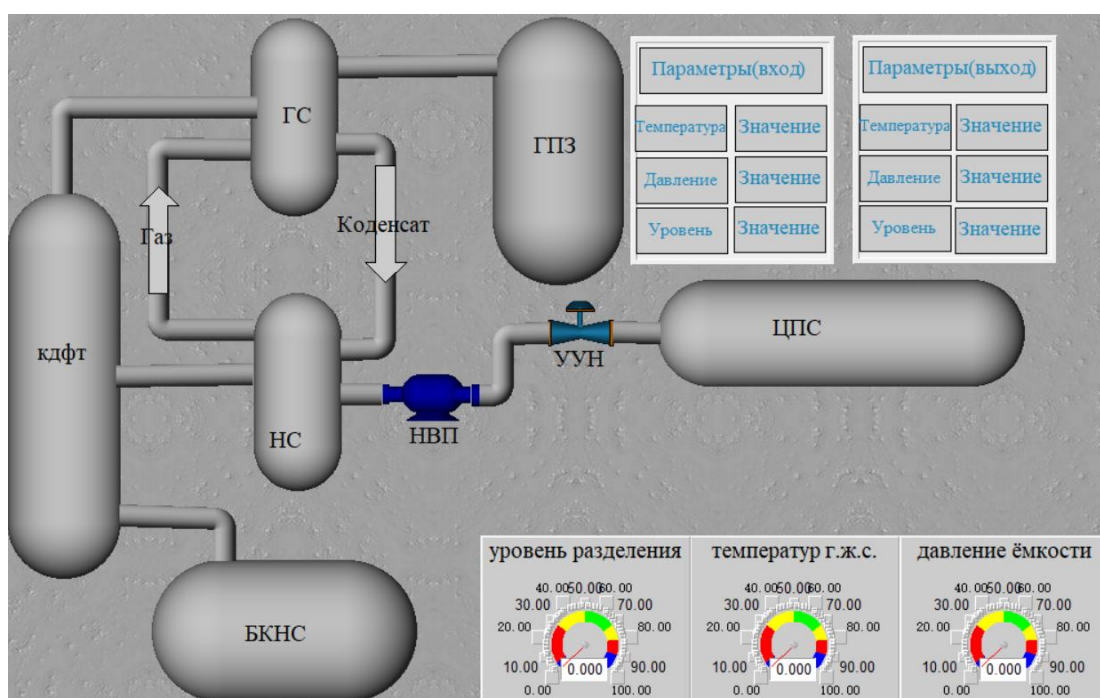


Рисунок 32 – Итоговый вариант SCADA-экрана

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
158T92	Ли Хаожань

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Среднерыночные цены РФ для определения стоимости материальных ресурсов. Нормативные документы НИ ТПУ, ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» для определения оплата труда исполнителей проекта.
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	Тариф электроэнергии 3,16 руб. кВт/ч., 30% районный коэффициент
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%;

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ.
2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение трудоемкости работ для НТИ, разработка графика проведения НТИ, составление бюджета НТИ.
3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчёт интегрального показателя ресурсной и финансовой эффективности для всех видов исполнения НТИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений. 2. Матрица SWOT-анализа 3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей 4. Временные показатели проведения НИ 5. Бюджет НИ 6. Оценка характеристик вариантов исполнения 7. Сравнительная эффективность разработки.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023.г
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	канд.экон.наук		01.03.2023.г

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158T92	Ли Хаожань		01.03.2023.г

9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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

Потенциальными потребителями результатов исследования являются нефтяные компании. Например, ПАО «Роснефть», ПАО «Лукойл», ПАО «Сургутнефтегаз» и др. Для данных предприятий разрабатывается автоматизированный концевой делитель фаз трубный. Разработанная автоматизированная система управления должна обеспечивать автоматизированный и дистанционный контроль и управление в реальном времени технологическим процессом приема, хранения, отпуска нефтепродуктов.

В таблице 9 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика, направление деятельности. Буквами обозначены компании: «А» – АО «ТомскНефть», «Б» – ОАО «Сибнефть», «В» – ПАО «Транснефть».

Таблица 9– Сегментирование рынка

		Вид деятельности		
		Разработка АСУ ТП	Строительно - монтажные работы	Разработка SCADA - ситем
Размер компании	Крупные	Б	А,Б	В
	Средние	Б,В	А,Б,В	Б,В
	Мелкие	А	А,В	В

Исходя из анализа карты сегментирования, можно сделать вывод о том, что разработка SCADA-системы и выполнение строительно-монтажных работ являются наиболее предпочтительным объектом для разработок среди крупных и средних компаний.

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. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто - способность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
3. Надежность	0,10	4	3	4	0,4	0,3	0,4
4. Безопасность	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
5. Минимизация ошибок учета	0,10	4	3	4	0,4	0,3	0,4
6. Ремонтопригодность	0,09	4	5	4	0,36	0,45	0,27
Итого	1				4,59	4,01	4,86

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в таблице 10, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Исходя из расчетов следует вывод, что проект может оказать конкуренцию в цене, улучшении производительности и удобстве использования. Однако проект обладает слабой позицией в плане ремонтопригодности и послепроектного сопровождения.

Для получения четкой оценки проекта и его перспектив необходимо провести SWOT-анализ. SWOT-анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, а также возможностей и угроз, исходящих из ближайшего окружения (внешней среды). Применение SWOT-анализа (таблица 11) позволит систематизировать всю имеющуюся информацию и, видя ясную картину, принимать взвешенные решения, касающиеся дальнейшего развития проекта.

Таблица 11 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Не требуется уникальное оборудование. С2. Высокая надежность. С3. Возможность перестройки системы в соответствии с требованиями заказчика. С4. Низкая стоимость	Слабые стороны научно - исследовательского проекта: Сл1. опытно-наладочных работ. Сл1. Недостаток финансирования Сл2. Применение только в нефтегазовой отрасли Сл3. Длительный срок поставки необходимого оборудования Сл4. Отсутствие базы клиентов
Возможности: В1. Расширение сферы предоставляемых услуг В2. Сотрудничество с компаниями разработчиками АСУ В3. Увеличение клиентской базы	В1С3 – увеличение числа разработок В3С2С3 – повышение качества продукции В2С4 – увеличение прибыли и клиентской базы	В1В2Сл2 – привлечение инвесторов
Угрозы: У1. Конкуренция с другими разработчиками АСУ У2. Снижение спроса	У2С3 – выполнение работ под индивидуальные требования клиента, проверка правильного заполнения плана закупок	У1Сл1 – недостаток в клиентах на начальных этапах. У2Сл3 – смещение сроков работ

– Чтобы уменьшить влияние Сл1, разрабатываемая система детально прорабатывается и подвергается отладке на этапах разработки проекта.

– Малый опыт работы у персонала на начальном этапе неизбежен, но впоследствии это подвергнется изменению, ввиду накопления опыта и постоянного повышения квалификации.

– Сложность конструкции определяется спецификой нефтедобывающей отрасли, в которой конструкционные сложности решаются заменой оборудования на различные модификации благодаря высоким бюджетам.

9.2 Планирование научно-исследовательских работ

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования; -
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 12.

Таблице 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, бакалавр

Продолжение таблицы 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, бакалавр
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка модели объекта	Бакалавр
	6	Разработка функциональной схемы автоматизации	Бакалавр
	7	Разработка структурной схемы и схемы информационных потоков	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, бакалавр
	9	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, бакалавр
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	10	Описание технологического процесса	Бакалавр
	11	Разработка схемы внешних проводок	Бакалавр
	12	Разработка экранных форм	Бакалавр
	13	Подбор датчиков и ПЛК	Бакалавр
Оформление отчета по НИР	14	Составление пояснительной записки	Бакалавр
Проверка результатов	15	Проверка работы с руководителем	Руководитель, бакалавр

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит

от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (4.1)$$

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

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Таким образом, продолжительность одной работы высчитывается по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (4.2)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожі}$, чел-дни					
	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр	Руководитель	Бакалавр
Постановка задачи	1	-	2	-	1,4	-	1,4	-	2	-
Обзор научно-технической литературы	1	2	3	4	1,8	2,8	0,9	1,4	1	2
Календарное планирование	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Разработка модели объекта	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1
Разработка функциональной схемы автоматизации	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Разработка структурной схемы	-	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3
Выбор средств реализации	-	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3
Разработка схем внешних проводок	-	4	-	6	-	4,8	-	4,8	-	6
Разработка алгоритмов управления	-	6	-	12	-	8,4	-	8,4	-	10
Получение математической модели объекта	-	2	-	3	-	2,4	-	2,4	-	3
Моделирование	-	6	-	9	-	7,2	-	7,2	-	9
Разработка экранных форм	-	6	-	10	-	7,6	-	7,6	-	9
Составление пояснительной записки	2	6	5	10	3,2	7,6	1,6	3,8	2	5
Итого							2,6	42,1	7	51

9.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Представим в таблице 14 расчет материальных затрат.

Таблица 14 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Электроэнергия	кВт*ч	250	3.5	875
Интернет	Тариф*Месяц	2	242.5	485
Итого				1360

Затраты на специальное оборудование показаны в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет затрат на спецоборудование для научных работ

Наименование	Количество	Цена за ед.	Затраты Руб.
Исп1			
ПК	1	40000	40000
Matlab	1	6 737	6 737
Microsoft Office	1	9 978	9 978
AutoCad	1	16 667	16 667
TRACE MODE IDE6 (base)	1	6 976	6 976
Итого			80358
ПК	1	40000	40000
Matlab	1	6 737	6 737
Microsoft Office	1	9 978	9 978
Система автоматизированного проектирования САПР ПОЛИНОМ (CAD POLYNOM)	1	25000	25000

Продолжение таблицы 15 – Расчет затрат на спецоборудование для научных работ

TRACE MODE IDE6 (base)	1	6 976	6 976
Итого			88691

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (4.3)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.4)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 16).

Таблица 16– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		

Продолжение таблицы 16– Баланс рабочего времени

Потери рабочего времени	56	56
- отпуск	0	0
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени (Фд)	243	271

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле.

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} + k_{\text{р}}, \quad (4.5)$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 30% (для Томска).

Законодательством Российской Федерации было установлено, обязательные отчисления 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:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (4.6)$$

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

На 2023 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Расчет основной заработной платы приводится в таблице 17.

Таблица 17– Расчет основной заработной платы и отчислений в социальные внебюджетные фонды

Исполнители	Оклад, Руб.	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	Тр, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.	$З_{\text{внеб}}$, руб.
Руководитель	39000	1,3	50700*0	2336,79	5,6	13086,02	3925,80
Инженер	16242	1,3	21114,6	872,63	120	104715,6	31414,67
ИТОГО						117801,62	35340,47

Бюджет затрат научно-исследовательского проекта представим в таблице 18.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Исп. 1	Исп. 2
Материальные затраты НТИ	1360	1360
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	80358	88691
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	117801,62	117801,62
Отчисления во внебюджетные фонды	35340,47	35340,47
ИТОГО	234860,09	243193,09

9.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой эффективности исследования

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi p_i}{\Phi_{max}}, \quad (4.7)$$

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

Φp_i – стоимость i-го варианта исполнения;

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

Φ_{max} зависит от сложности проекта, который разрабатывается для компании заказчика.

Расчет интегрального финансового показателя разработки представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет интегрального финансового показателя разработки

Исполнитель	Φ_{pi}	Φ_{max}	$I_{финр}^{исп. 1}$	$I_{финр}^{исп. 2}$
Исп. 1	234860,09	243193,09	0,96	1
Исп. 2	243193,09			

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

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

$$I_{p-студент} = 5*0,3 + 5*0,3 + 4*0,05 + 4*0,05 + 4*0,15 + 5*0,15 = 4,75; \quad (4.8)$$

$$I_{p-исп1} = 5*0,3 + 4*0,3 + 5*0,05 + 5*0,05 + 4*0,15 + 5*0,15 = 4,55; \quad (4.9)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}^{исп.1}} I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп.2}}{I_{финр}^{исп.2}}, \quad (4.10)$$

Сравнительная эффективность вариантов исполнения рассчитывается по формуле, представленной ниже:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (4.11)$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,96	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	4,55
3	Интегральный показатель эффективности	4,75	4,55
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,04	

Исходя из полученных данных таблицы 21, следует, что наиболее эффективной является система, разработанная студентом. Сравнивая значения общих показателей эффективности, - эффективность исполнения 1 выше, чем у исполнения 2 на 4%.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158T92	Ли Хаожань

ШКОЛА	ИШИТР	Отделение	ОРА
Уровень образования	Бакалавриат	Направление /специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема дипломной работы: «Автоматизация дожимной насосной станции Повховского нефтяного месторождения»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования: концевой делитель фаз трубный. Область применения: производство, занимающиеся в нефтегазовой отрасли. Рабочая зона: полевые условия. Размеры помещения: 20*30 м. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: 1, 2 или 4 нефтяный сепаратор, датчики КИПиА. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: разделение фаз нефтяной жидкости для последующей очистки до стандартных параметров товарной нефти
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения/при эксплуатации – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. Основное законодательство РФ по охране труда; 2. ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ. Общие эргономические требования». 3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 05.02.2018 N 8-ФЗ 4. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2008.
3. Производственная безопасность при разработке проектного решения/при эксплуатации): – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	Опасные факторы: 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; Вредные факторы: 1. Повышенный уровень шума;

	2. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; 3. Электромагнитное поле промышленной частоты (порядка 50-60 Гц); 4. Повышенный уровень общей вибрации; Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: вентиляция, кондиционирование воздуха и отопление помещения, противושумные наушники, подобрать светильники или поддерживать чистоту поверхности искусственного освещения, специальные защитные костюмы и виброизолирующая обувь, перчатки, защитные ограждения.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации	Воздействие на литосферу: разлив промышленных отходов. Воздействие на гидросферу: разлив нефтепродукта в водоемы. Воздействие на атмосферу: выброс летучих углеводородов. Воздействие на селитебную зону не происходит.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения/при эксплуатации	Возможные ЧС на объекте: утечка газа, разлив нефтепродуктов, пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является разлив нефтяной эмульсии.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.02.23 г.
--	-------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Сечин А.И.	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т92	Ли Хаожань		

10 Социальная ответственность

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В трудовом кодексе РФ от 05.02.2018 N 8-ФЗ содержатся основные положения отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, выходных, отпуска и так далее. Оператор исходя из трудового кодекса имеет право на сокращенную продолжительность рабочего времени, для работников в возрасте от шестнадцати до восемнадцати лет – не более 35 часов в неделю. При непрерывном функционировании установки имеется ночная смена с 22 до 6 часов. Нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.

Согласно Федеральному закону от 28 декабря 2013 года N426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» условия труда оператора технологических установок относится ко второму классу (допустимые условия труда).

Согласно ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». При создании рабочего места оператора следует учитывать:

- рабочую позу человека-оператора;
- пространство для размещения человека-оператора; – возможность обзора элементов рабочего места;
- возможность обзора пространства за пределами рабочего места;
- возможность ведения записей, размещения документации и материалов, используемых человеком-оператором.

Также стоит принимать во внимание, что рабочее место должно иметь достаточное пространство для осуществления всех необходимых движений и перемещений для эксплуатации и технического обслуживания оборудования. Все требуемые органы управления и индикаторы автоматизированного рабочего места должны быть группированы и полностью расположены в зоне досягаемости рабочего.

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» рабочий стол

может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы. Так как, основная работа оператора заключается в управлении процессом с помощью SCADA-системы, поэтому экран монитора следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости. Часто используемые источники информации должны быть расположены под углами 30° , а редко используемые – 60° .

10.1 Производственная безопасность

Управление концевым делителем фаз трубным осуществляется операторам технологических установок с автоматизированного рабочего места. Перечень опасных и вредных факторов, присутствующих при работе оператора технологических установок согласно ГОСТ 12.0.003-2015 представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Возможные опасные и вредные факторы в операторской АСУ ТП

Факторы (ГОСТ 12.0.003-215)	Нормативные документы
1. Повышенный уровень шума	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
2. Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНИП 23-05-95

Продолжение таблицы 22 – Возможные опасные и вредные факторы в операторской АСУ ТП

4. Электромагнитное поле промышленной частоты (50-60 Гц)	СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»
5. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	ГОСТ 12.1.019-2017. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой)

10.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Повышенный уровень шума при работе установки причисляют к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Возникает он за счет движения жидкости через трубопроводы, при открытии или закрытии задвижек, но главным источником шума является электродвигатель регулирующего клапана. Существует ряд негативных последствий шума, например, он неблагоприятно действует на организм человека, вызывает головную боль, под его влиянием развивается раздражительность, снижается внимание, замедляются сенсомоторные реакции, а при чрезвычайно интенсивном действии понижаются возбуждательные процессы в коре головного мозга.

Интенсивный шум (более 80 дБ) при длительном воздействии может привести к полной или частичной потере слуха. Допустимые значения звукового давления согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» представлены в таблице 23, согласно СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03- 2003 (пункт 6).

Таблица 23 – Допустимые уровни звукового давления

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
99	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для уменьшения воздействия повышенного уровня шума на организм оператора технологических установок следует:

- использовать звуко и шумоизоляционные материалы;
- рационально планировать производственное помещение, снижая уровень шума (экранирование рабочего места);
- своевременно смазывать движущие части механизмов. А в качестве индивидуальных средств защиты можно использовать наушники.

10.1.2 Анализ искусственного освещения

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения.

Неудовлетворительное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма. Неправильная эксплуатация, так же, как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок.

В помещении операторной в качестве искусственного освещения используются светильники с люминесцентными лампами. Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016, освещенность рабочего места оператора АСУ ТП должна составлять (300 – 500) Лк. при общем освещении.

Коэффициент пульсации освещения — параметр, который отражает силу изменения светового потока, направляемого на единицу поверхности в определенный временной промежуток.

Стоит учесть, что существующими санитарными правилами установлен верхний лимит на параметр коэффициента пульсации. В месте организации рабочего места он не должен быть выше 20%. При этом, чем более ответственный вид деятельности у работника, тем ниже должен быть этот параметр.

Для офисных помещений и административных зданий, где подразумевается напряженный зрительный труд, коэффициент пульсации не должен быть больше 5%.

При этом опасность света как раз и заключается в том, что его нельзя распознать, но результатом действия может стать расстройство сна, слабость, депрессия, сбои в работе сердца, дискомфорт и так далее.

В зимний период вследствие укороченного светового дня и недостаточного естественного освещения необходимо использовать искусственное освещение. Освещенность рабочего места в норму достигается периодическим мытьем окон, подстриганием веток деревьев.

10.1.3 Анализ электромагнитных полей промышленной частоты

Работа оператора АСУ ТП в основном связана с работой за персональным компьютером. Вследствие чего на него оказывается воздействие электромагнитного излучения, источниками которого являются системный блок и кабели, соединяющие электрические цепи. Электромагнитные излучения оказывают негативное влияние на сердечно-сосудистую, нервную и эндокринную систему, а также могут привести к раковым заболеваниям. Для того чтобы избежать негативного воздействия от электромагнитного излучения необходимо следовать основным требованиям, описанным в СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [24].

Для снижения воздействия данного типа излучения предпринимают меры:

- расстояние от монитора до работника должно составлять не менее 50 см;

– применение специализированных очков от электромагнитного излучения.

10.1.4 Анализ электробезопасности

Рабочее помещение оператора, где установлены персональные компьютеры, относится к помещениям без повышенной опасности, однако существует опасность поражения электрическим током в случае неисправности изоляции проводов и повреждении корпуса системного блока.

Также имеется опасность короткого замыкания. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Поражение током может привести к летальному исходу. Предельно допустимые значения силы переменного и постоянного тока и напряжения представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Предельно допустимые значения силы тока

	Переменный ток при частоте, Гц:		Постоянный ток
	50	400	
Напряжение, В	2	2	8
Сила тока, мА	0,3	0,4	1

В качестве защиты являются изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и автоматического отключения питания. Необходимо разместить предупредительные знаки и плакаты безопасности «Опасно. Высокое напряжение». Помещение относится к категории по вышешой опасности, по пожарной опасности к категории В3.

10.1.5 Анализ показателей вибрации

Анализ показателей норм вибрации определяется в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 на рабочем месте оператора технологических установок присутствует общая производственная вибрация (технологическая вибрация на стационарных рабочих местах).

При внедрении автоматизированной системы управления концевым делителем фаз трубным вибрация может появиться вследствие наличия вибрации на участке с объектами управления, которая передается в операторное помещение.

Предельно допустимые значения вибрации для автоматизированного рабочего места оператора нефтяного сепаратор представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест для оператора технологической установки согласно СанПиН 1.2.3685-21

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентный корректированные уровни виброускорения	
				m/c^2	дБ
Общая	Технологическая вибрация на стационарных рабочих местах	Zo	Wk	0,1	100
		Хо, Yo	Wd	0,071	97

Для снижения воздействия этого фактора используются: виброизолирующие рукавицы и виброизолирующая обувь.

10.2 Экологическая безопасность

Атмосфера. Источником загрязнения являются легкие фракции углеводородов, которые могут испаряться в окружающую среду при недостаточной герметичности частей установки. Основной метод предупреждения – модернизация систем транспорта и поддержании их в оптимальном состоянии благодаря постоянной проверке всех основных узлов системы: резервуаров, трубопроводов. Добиться этого можно, если своевременно устранять неплотности в конструкциях и соединительных швах

резервуаров, постоянно проверять наличие прокладок во всех соединениях труб, контролировать качество используемой аппаратуры.

Литосфера. Загрязнение почвы нефтехимическими веществами может возникать в случае аварийных ситуаций (разливов вдоль трасс трубопроводов и утечек нефти), при ремонте оборудования, при зачистке трубопроводов. Загрязненный грунт с нефтепродуктами вывозятся в места, согласованные с санитарной инспекцией, для нейтрализации и дальнейшего закапывания. Замазученная ветошь, тряпки собираются и сжигаются за территорией установки, в местах, согласованных с пожарным надзором для того, чтобы предотвратить загрязнение почв.

Гидросфера. Попадание нефти в водоемы может возникать в случае аварий, утечек или ремонта. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

10.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В процессе эксплуатации концевого делителя фаз трубного возможно возникновение следующих чрезвычайных ситуаций: утечка сырья, пожар, взрыв, геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории).

Наиболее вероятным ЧС может являться пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага.

На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» был определен класс возможного пожара: пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е).

Источником возникновения пожара может послужить:

– короткое замыкание электрической цепи приборов; – несоблюдение правил пожарной безопасности;

– нагрев резервуаров в летний период.

Согласно требованиям, СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности» пожарная безопасность должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения разлива и растекания нефти;
- предотвращения образования на территории где находится концевой делитель фаз трубный горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход нефти из резервуаров, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего концевой делитель фаз трубный, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и возгораний.

Управлять пожарной сигнализацией можно с операторской или в ручном режиме по месту. При возникновении пожара система пожаротушения срабатывает автоматически.

В случае возникновения пожара на нефтяном сепараторе необходимо:

1. Покинуть место пожара;
2. Прекратить подачу электроэнергии;
3. Прекратить подачу нефтяной смеси в колонну;
4. Руководствоваться инструкциями по противопожарной безопасности, разработанными на эксплуатирующем предприятии.

Основными огнетушащими веществами являются пенные составы, имеющие меньшую с нефтепродуктами плотность, покрывающие поверхность горячей жидкости и блокирующие поступление кислорода в среду горения.

10.4 Выводы по разделу

В заключении раздела "Социальная ответственность" можно сделать следующие выводы:

Защита селитебной зоны:

Применение автоматизированных и моделирующих систем в сепараторах позволяет оптимизировать и контролировать процесс сепарации, что в свою очередь минимизирует вероятность возникновения аварий и выбросов опасных веществ в окружающую среду. Санитарно-защитная зона предусмотрена в соответствии с действующими нормами и требованиями для обеспечения безопасного расстояния между производственным объектом и жилой застройкой.

Анализ воздействия объекта на атмосферу:

Основными источниками загрязнения атмосферы в данной системе являются возможные выбросы газов и испарений в результате сепарации. Однако, благодаря автоматизированному контролю процесса и использованию современных технологий, выбросы минимизируются. В случае выявления превышения допустимых выбросов, предусматриваются меры по их снижению, такие как установка очистных систем и оборудования для контроля выбросов.

Анализ воздействия объекта на гидросферу:

При использовании автоматизированных систем сбора воды в нефтегазосепараторе предотвращается попадание воды, смешанной с нефтью или газом, в окружающую среду. Воды, выделенные из сепаратора, проходят очистку согласно требованиям, после чего могут быть безопасно возвращены в гидросферу или переработаны для дальнейшего использования.

Анализ воздействия объекта на литосферу:

Отходы, образующиеся при разработке и эксплуатации технического решения, например, металлическая стружка, абразивная пыль, черновики бумаги, отработанные картриджи принтера, обрезки электромонтажных проводов, подлежат сбору и утилизации. Можно предложить использование специализированных контейнеров для отдельного сбора отходов, что облегчит их последующую переработку и утилизацию.

В результате выполнения данного раздела были определены меры обеспечения безопасности, которые снизят риски для работника и повысят его работоспособность. Было определено, что фактические значения потенциально возможных факторов соответствуют нормативным значениям.

Согласно правилам устройства электроустановок, помещение по электробезопасности относится к категории (помещение с повышенной опасностью).

Группа персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок имеет III группу по электробезопасности.

Согласно СП 12.13130.2009, помещение рабочей зоны относится к категории А (повышенная взрывопожароопасность) из-за легковоспламеняющихся жидкостей, обращающихся в помещении.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 определена II-я категория тяжести труда, это работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения, диапазон температуры воздуха ниже оптимальных величин – 18-19,9°C, выше оптимальных величин – 22,1-27°C.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2020 года, N2398 «Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» (с изменениями на 7 октября 2021 года) объект (концевой делитель фаз трубный), оказывающий значительное негативное воздействие на окружающую среду относится ко II категории.

Заключение

В результате исследования разработана система автоматизации нефтяного сепаратора и исследовано его место в технологической цепочке установки предварительного сброса воды (УПСВ). Были выполнены поставленные задачи.

В итоге были достигнуты следующие результаты: изучены свойства и состав нефти, а также операции по подготовке нефти на промысле; создана структурная схема работы УПСВ на нефтепромысле; составлен вариант SCADA-экрана для управления процессом, проходящим на нефтяном сепараторе.

Построена математическая модель, при помощи которой проанализированы процессы, происходящие в системе регулирования уровня жидкости в сепараторе. Кроме того, был осуществлен выбор комплекса аппаратно-технических средств. И, наконец, было выполнено технико-экономическое обоснование проекта и рассмотрены вопросы экологической безопасности, производственной санитарии и других условий труда.

Список источников литературы

1. Нефть и ее свойства [Электронный ресурс] // URL: <https://studfile.net/preview/9944008/> (дата обращения 13.05.2023).
2. Промысловая подготовка нефти [Электронный курс] // URL: <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/2016/podgotovka-nefti/> (дата обращения 17.05.2023).
3. Основные характеристики датчика давления ЭЛЕМЕР-100 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.elemer.ru/catalog/datchiki-davleniya-i-manometry/datchiki-davleniya/elemer-100/> (дата обращения 22.04.2023).
4. Основные характеристики датчика давления Сапфир-22ЕМ [Электронный ресурс] // URL: <https://www.elemer.ru/catalog/datchiki-davleniya-i-manometry/datchiki-davleniya/sapfir-22em/> (дата обращения 21.04.2023).
5. Основные характеристики датчика давления Метран-150 [Электронный ресурс] // URL: <http://теплоприбор.рф/catalog/metran-150/> (дата обращения 13.04.2023).
6. Основные характеристики датчика температуры ТС-1088 [Электронный ресурс] // URL: <http://теплоприбор.рф/catalog/ts-1088-1288-1388-0295-1187-exd/> (дата обращения 23.04.2023).
7. Основные характеристики датчика температуры Метран-274-Exd [Электронный ресурс] // URL: <https://systempribor.ru/catalog/termopreobrazovateli-tsmu-metran-274> (дата обращения 23.04.2023).
8. Основные характеристики датчика температуры и ТС-1187Exd и ИП [Электронный ресурс] // URL: <https://www.elemer.ru/catalog/datchiki-temperature/termopreobrazovateli-s-unifitsirovannym-vykhodnym-signalom/ts-1187exd-ip/> (дата обращения 13.04.2023).
9. Уровнемер микроволновой рефлекс радарный РИЗУР 1300 [Электронный ресурс] // URL: <https://rizur.ru/catalog/urovnemery/urovnemer-mikrovolnovoy-refleks-radarnyy-rizur>

1300/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=Urovni___Poisk___RF___krome_MiMO_i_Ryazani___Belarus_&utm_content=11226919819&utm_term=ризур%201300&_openstat=ZGlyZWN0LnJhbmRleC5ydTs2NjIwMTg0NDsxMTIyNjkxOTgxOTt5YW5kZXgucnU6cHJlbWl1bQ&yclid=12435324963146170367

(дата обращения 13.06.2023).

10. ДУУ2М [Электронный ресурс] // URL: <http://теплоприбор.рф/catalog/duu2m/> (дата обращения 01.05.2023).

11. Уровнемер поплавковый РИЗУР НМТ Г герконовый [Электронный ресурс] // URL: <https://rizur.ru/catalog/izmerenie-i-kontrol-urovnya/urovnemer-poplavkovyy-rizur-nmt-g-gerkonovyy/> (дата обращения 01.05.2023).

12. Метран-350 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.logika-consortium.ru/komplektnye-postavki/product/metran-350/> (дата обращения 03.05.2023).

13. Расходомер Метран-370 [Электронный ресурс] // URL: <http://теплоприбор.рф/catalog/rashodomer-metran-370/> (дата обращения 22.05.2023).

14. Электромагнитный расходомер Rosemount 8700 [Электронный ресурс] // URL: <https://techlin.ru/product/elektromagnitnyj-rashodomer-rosemount-8700/> (дата обращения 13.05.2023).

15. Fluxus F808 [Электронный ресурс] // URL: <https://promimport.info/partners/tekknou/fluxus-f808/> (дата обращения 13.05.2023).

16. S7-200 SMART Catalogue [Электронный ресурс] // URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0677240b-26f7-47b8-a379-343f68d64a42/s7-200-smart-catalogue.pdf> (дата обращения 13.05.2023).

17. ADAM-5510EKW_TP-CE [Электронный ресурс] // URL: https://advantech.pro/catalog/adam-5510ekw_tp-ce (дата обращения 12.05.2023).

18. S7-300 [Электронный ресурс] // URL: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-300.htm> (дата обращения 16.05.2023).

19. Коэффициент расхода [Электронный ресурс] // URL: <https://bkso.baidu.com/item/%E6%B5%81%E9%87%8F%E7%B3%BB%E6%95%B0/355534#1> (дата обращения 23.05.2023).

20. Электромеханические постоянные времени [Электронный ресурс] // URL: <https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%BA%E7%94%B5%E6%97%B6%E9%97%B4%E5%B8%B8%E6%95%B0/9538762?fr=aladdin#1> (дата обращения 23.05.2023).

21. Международная федерация робототехники (IFR) [Электронный ресурс] // URL: <http://www.simoyibu.com/htm/meeting5523.htm> (дата обращения 1.06.2023).

22. Автоматизированная система управления давлением на нефтеперекачивающей станции [Электронный ресурс]: диссертация ... кандидата технических наук / Андреев Андрей Владимирович; Томский политехнический университет – Томск, 2019 – Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/61522/1/TPU939530.pdf> (дата обращения 07.06.2023).

23. SCADA [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA> (дата обращения 12.06.2023).

24. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения 13.06.2023).

Приложение А **(обязательное)** **Структурная схема УПСВ**

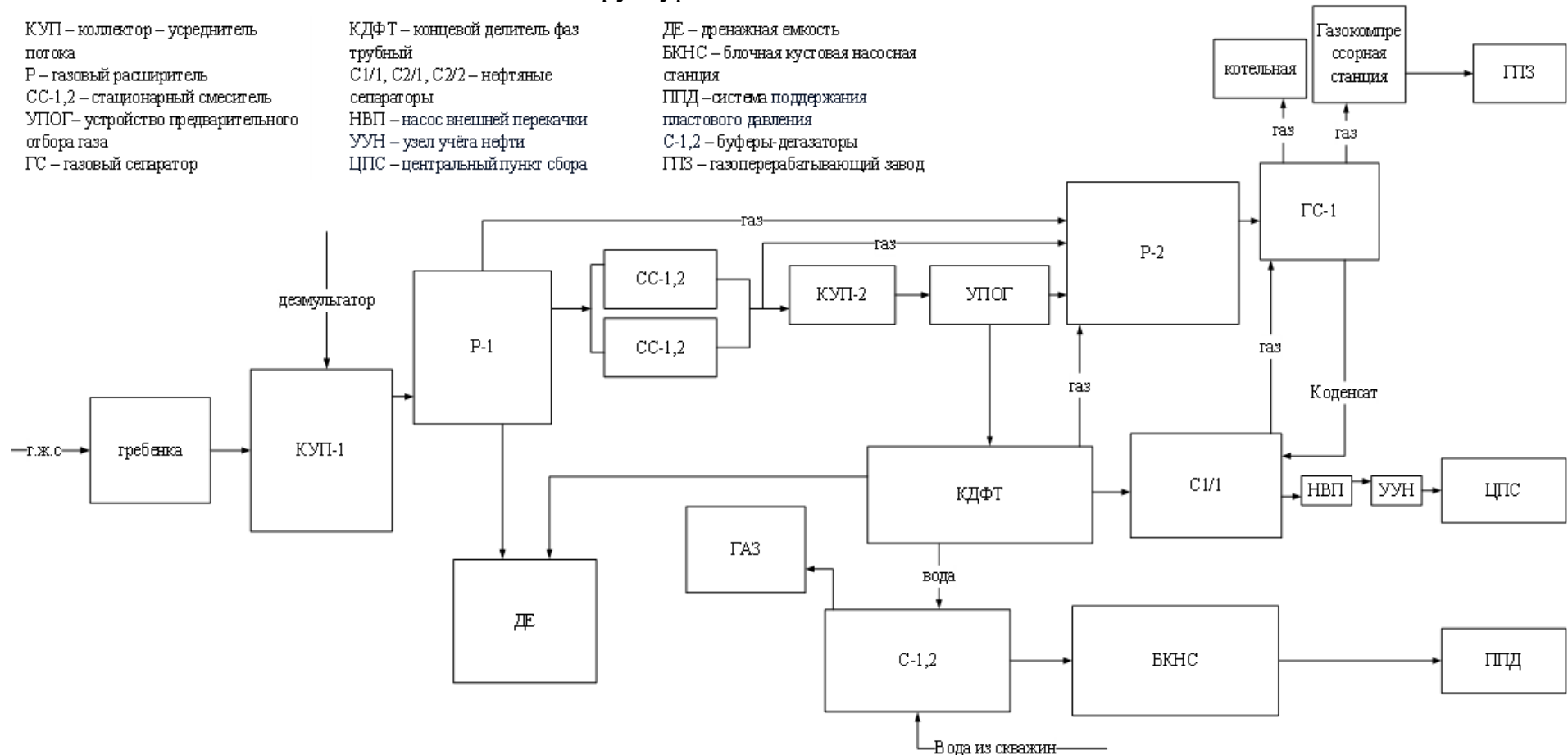
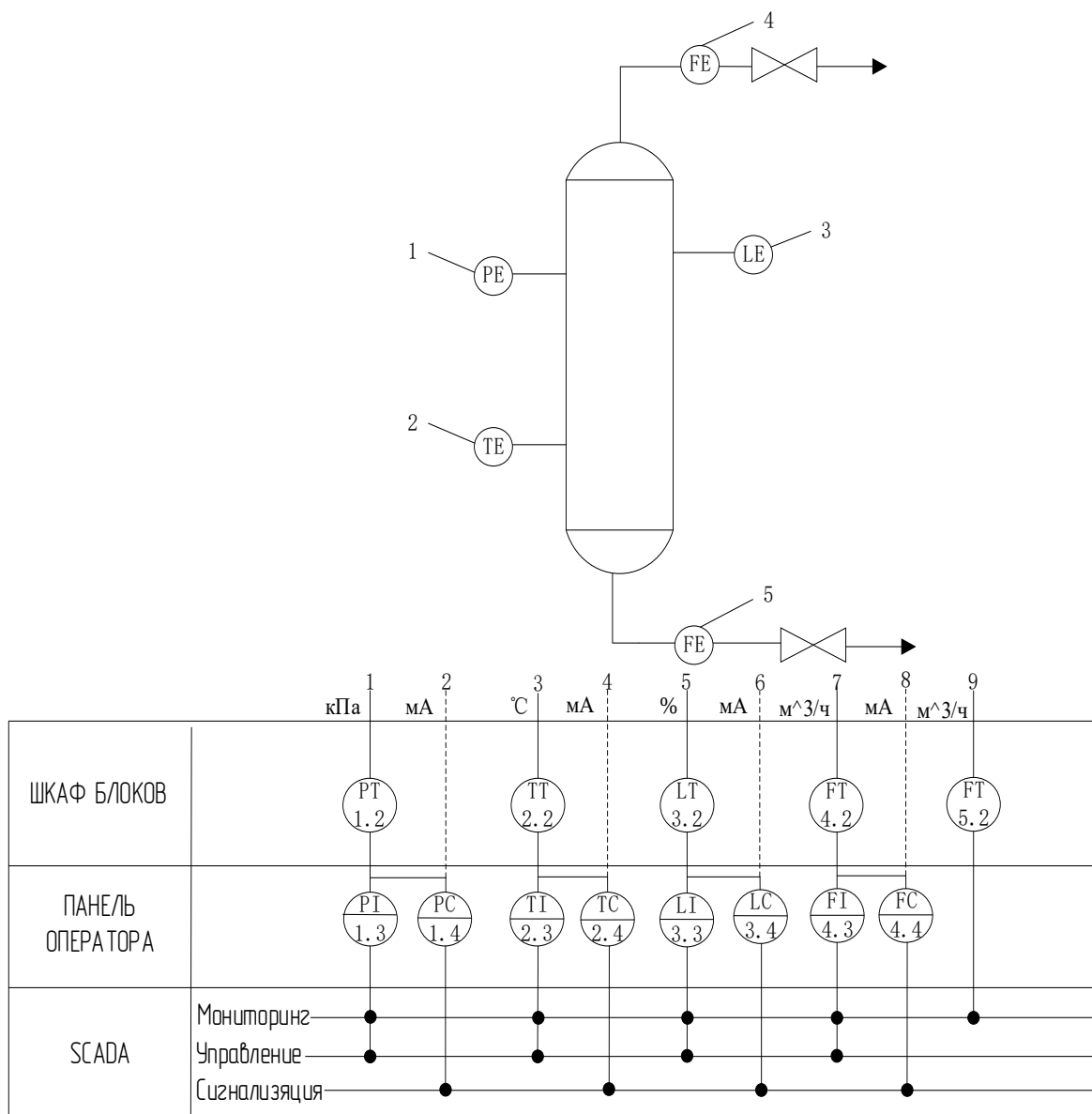


Рисунок А.1 – Структурная схема УПСВ

Приложение Б
(обязательное)
Функциональная схема автоматизации



					ФЮРА. 4200640. 14			
					Нефтяной сепаратор	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	Докум.	Подп.	Дата		у		
Разраб.		Ли Хаажань.						
Проб.		Семенов НМ.				Лист	Листов	
					Функциональная схема автоматизации	ТПУ ОАР Группа 158Т92		

Приложение В **(обязательное)** **Схема внешних проводов**

