

Школа: Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Имитационные модели для исследования динамики системы управления сепаратором

УДК 004.896:519.876:621.928

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Селиванов Андрей Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына З.В.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева И.Л.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н., доцент		

Планируемые результаты обучения

Код компетенции	Наименование компетенции
Общекультурные (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)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У)-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
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

Код компетенции	Наименование компетенции
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 профильного 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
 Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8Б	Селиванову Андрею Сергеевичу

Тема работы:

Имитационные модели для исследования динамики системы управления сепаратором	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ № 47-13/с от 16.02.2022

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Разработка имитационной модели системы управления трёхфазным сепаратором в среде Matlab Simulink, Unisim Design</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ предметной области – Проектирование и разработка инструмента системы – Социальная ответственность – Финансовый менеджмент
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Креницына Зоя Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>26.01.2022</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Громаков Е.И.</p>	<p>к.т.н., доцент</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Т8Б</p>	<p>Селиванов Андрей Сергеевич</p>		

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
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ): Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2022
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
02.06.2022	Основная часть	60
25.05.2022	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
31.05.2022	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Е.И.	к.т.н., доцент		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т8Б	Селиванов Андрей Сергеевич

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	Оклад руководителя – 37 700 руб. Оклад инженера – 19 200 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы – 20% Районный коэффициент – 30% Норма амортизации – 33,3%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления по страховым взносам – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. <i>Технико-экономическое обоснование проекта</i> 2. <i>Анализ технических конкурентных решений</i> 3. <i>SWOT-анализ</i>
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. <i>Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования.</i> 2. <i>Планирование выполнения работ по проекту</i> 3. <i>Формирование бюджета затрат</i>
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	1. <i>Определение интегрального финансового показателя разработки</i> 2. <i>Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки</i> 3. <i>Определение интегрального показателя эффективности</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2022
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына З. В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т8Б	Селиванов Андрей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Т8Б		Селиванов Андрей Сергеевич	
Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	<i>Автоматизация технологических процессов и производств 15.03.04</i>

Тема ВКР:

Имитационные модели для исследования динамики системы управления сепаратором

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объект исследования: имитационная модель управления трёхфазным сепаратором.</i></p> <p><i>Область применения: исследование динамики системы управления трёхфазным сепаратором.</i></p> <p><i>Рабочая зона: лаборатория, место за персональным компьютером.</i></p> <p><i>Размеры помещения: 7,5*5.5 м.</i></p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: персональный компьютер, измерительные приборы, регулирующие механизмы.</i></p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: создание имитационной модели управления трёхфазным сепаратором за персональным компьютером.</i></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации проектного решения:</p> <p> специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p> организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>1. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</p>
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации проектного решения:</p>	<p>Опасные факторы:</p>

<p>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</p>	<p>1. Электрический ток.</p> <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шума. 2. Недостаточная освещенность рабочего места. 3. Повышенный уровень электромагнитного излучения. 4. Отклонение показателей микроклимата от нормы. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: спецодежда, беруши, наушники, изолирующие устройства и устройства автоматического отключения.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации проектного решения:</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: загрязнение селитебной зоны объектом исследования не выявлено;</p> <p>Воздействие на литосферу: выявление загрязнения литосферы объектом исследования: утилизация оборудования.</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение гидросферы объектом исследования не выявлено;</p> <p>Воздействие на атмосферу: загрязнение атмосферы объектом исследования не выявлено;</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации проектного решения:</p>	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Техногенные аварии (задымление помещения, пожар при коротком замыкании в электрической цепи)</p> <p>Наиболее типичной ЧС: пожар.</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику 26.02.22</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель ООД ШБИП</p>	<p>Мезенцева Ирина Леонидовна</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Т8Б</p>	<p>Селиванов Андрей Сергеевич</p>		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 66 с., 18 рис., 19 табл., 16 источников.

Ключевые слова: трёхфазный сепаратор, математическая модель, имитационная модель, система управления, эмульсия.

Объектом исследования является система управления трёхфазным сепаратором для подготовки нефти.

Предметом исследования является горизонтальный трёхфазный сепаратор подготовки нефти.

Цель работы – разработка и исследование имитационной модели системы управления трёхфазным сепаратором. Данная система позволяет увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

В результате выполнения данной работы разработаны математическая и имитационная модели, для управления технологическим процессом сепарации нефти.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных газонефтедобывающих предприятиях

Областью применения разработанных моделей являются высшие учебные заведения, нефтегазовая промышленность.

Экономическая эффективность работы определяется выполненными расчетами ресурсосберегающей, финансовой эффективности исследования, по результатам которого можно сделать вывод о превосходстве выполненной разработки над аналогами.

В будущем планируется расширение функциональности созданного инструмента.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

автоматизированная система: Совокупность персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, которая реализует информационную технологию выполнения установленных функций;

технологический процесс (ТП): последовательность связанных действий, которые выполняются с того момента, как возникли исходные данные и до требуемого результата;

эмульсия: Дисперсная система, состоящая из микроскопических капель жидкости (дисперсной фазы), распределенных в другой жидкости (дисперсионной среде);

В данной работе применены следующие сокращения и советующие им расшифровки:

ПК – персональный компьютер;

АСУ – автоматизированная система управления;

ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина;

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	15
1. Требования предъявляемые к автоматизированной системе	16
1.1 Требования к системе в целом.....	16
1.2 Требования к техническому обеспечению	16
1.3 Требования к программному обеспечению.....	16
1.4 Требования к математическому обеспечению.....	16
1.5 Требования к информационному обеспечению.....	17
2. Проектирование имитационной модели системы управления трёхфазным сепаратором	17
2.1 Назначение и принцип устройства работы технологического процесса	17
2.2 Проектирование математической модели системы управления трёхфазным сепаратором	21
2.2.1 Разработка контура регулирования воды	21
2.2.2 Разработка контура регулирования нефти	24
2.2.3 Разработка контура регулирования давления.....	25
3. Разработка имитационной модели трёхфазного сепаратора в Unisim Design	26
3.1 Разработка технологической схемы управления сепаратором	26
3.2 Разработка регулирования потоков при помощи ПИД - регуляторов...	30
4. Настройка и исследование регуляторов	32
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	37

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	37
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	37
5.1.2 SWOT-анализ.....	38
5.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	41
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	41
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	42
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	43
5.3 Бюджет научно-технического исследования	46
5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	49
Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	52
6 Социальная ответственность	53
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	54
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	54
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	54
6.2 Производственная безопасность	55
6.2.1 Поражение электрическим током	56
6.2.2 Повышенный уровень шума	56
6.2.3 Недостаточная освещенность рабочего места	57
6.2.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения.....	58
6.2.5 Отклонение показателей микроклимата от нормы	60

6.3 Экологическая безопасность.....	61
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	61
Вывод по разделу социальная ответственность.....	62
Заключение	64
Список использованных источников	65

Введение

На сегодняшний день активно развивается использование автоматизированных решений в производстве. Отличительной особенностью автоматизации является использование информационных технологий. В большинстве случаев это достигается широким использованием персональных компьютеров и программного обеспечения, которое позволяет управлять информационными ресурсами с минимальным участием человека. Одной из важнейших задач автоматизации является создание системы управления, способной вывести показатели качества технологических процессов на принципиально более высокий уровень. При проектировании и разработке автоматизированных систем управления все чаще прибегают к созданию имитационных моделей разрабатываемой системы, которые могут с высокой точностью продемонстрировать поведение будущей системы, оценить ее характеристики и производительность.

Имитационное моделирование – это метод исследования, реализованный с использованием ряда математических и инструментальных средств, которые позволяют целенаправленно вычислять свойства создаваемой системы и оптимизировать параметры, необходимые для правильного функционирования системы. Имитационное моделирование – это особый случай математического моделирования, используемый в тех случаях, когда разработка и создание аналитической модели затруднены или невозможны. Имитационная модель позволяет с помощью последовательности расчетов и графического представления результатов ее работы воспроизвести функционирование исследуемого объекта под воздействием различных факторов.

Цель данной дипломной работы – разработка и исследование имитационной модели системы управления трехфазным сепаратором. Для этого необходимо провести анализ данного технологического процесса. Разработать функциональную схему, а также математическую и имитационную модели системы управления сепаратором.

1. Требования предъявляемые к автоматизированной системе

1.1 Требования к системе в целом

Разрабатываемая автоматизированная система управления должна соответствовать требованиям ГОСТ 21.408-13 Система проектной документации для строительства (СПДС) Правила выполнения рабочей документации автоматизация технологических процессов.

1.2 Требования к техническому обеспечению

Проектируемая имитационная модель АСУ сепаратора должна содержать все необходимые инструменты для реализации работы. Состав технических средств должен отвечать требованиям устойчивости.

1.3 Требования к программному обеспечению

Программные средства разрабатываемой АСУ обязаны отвечать перечисленным требованиям:

- возможность модификации;
- функциональность;
- удобство использования;
- модульность построения;
- восстанавливаемость.

1.4 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение системы представляет из себя совокупность взаимосвязанных алгоритмов, математических методов, необходимых для создания модели АСУ сепаратора. Разработка математического обеспечения должна осуществляться с учетом требований к системам реального времени.

1.5 Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение представляет собой перечень документов, в которых приводятся схемы сбора, обработки и использования информации. Должна быть обеспечена совместимость с информационным обеспечением систем, взаимодействующих с разрабатываемой системой.

2. Проектирование имитационной модели системы управления трёхфазным сепаратором

2.1 Назначение и принцип устройства работы технологического процесса

Трёхфазные сепараторы используются для отделения и удаления свободного газа и воды из нефти для дальнейшего использования очищенной нефти в нефтяной и химической промышленности. Рисунок 1 представляет собой схему трехфазного горизонтального сепаратора.

Эмульсия вводится в сепаратор через штуцер, оборудованный устройством приёма газожидкостной смеси циклонного типа, в котором происходит выделение свободного газа. Отделившийся газ скапливается в верхней части сепаратора, проходит процесс улавливания капельной жидкости и выводится через штуцер сброса газа. Сепаратор разделен перегородками на две полости. В первой полости нефтяная эмульсия обезвоживается. Далее, во второй полости, располагается нефтесборник для очищенной нефти. Отделившаяся вода скапливается в нижней части первой полости, откуда сбрасывается через штуцер сброса воды.

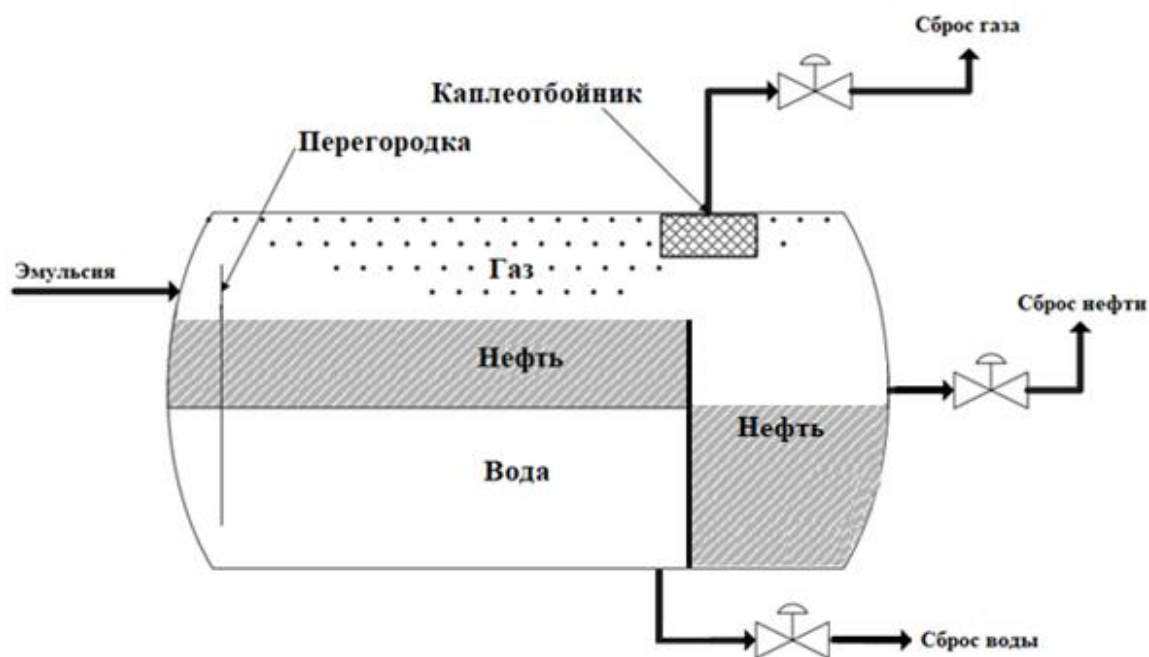


Рисунок 1 – Схема трёхфазного сепаратора

Размеры и параметры трёхфазного сепаратора, следующие:

Таблица 3 – ТФС-100-1,0

Объем, м ³	100
Высота, мм	3820
Длина	13950
Ширина, мм	3300
Рабочее давление, МПа	1,0

Для обеспечения надлежащего режима работы была спроектирована функциональная схема автоматизации трёхфазного сепаратора. Функциональная схема автоматизация выполнена упрощенным способом, так как в программном пакете, используемом в данной работе, отсутствуют

детальные элементы всех датчиков и приборов, представленных на схеме. Применяемые в имитационной модели PID-регуляторы будут выполнять функции всех технических средств на схеме.

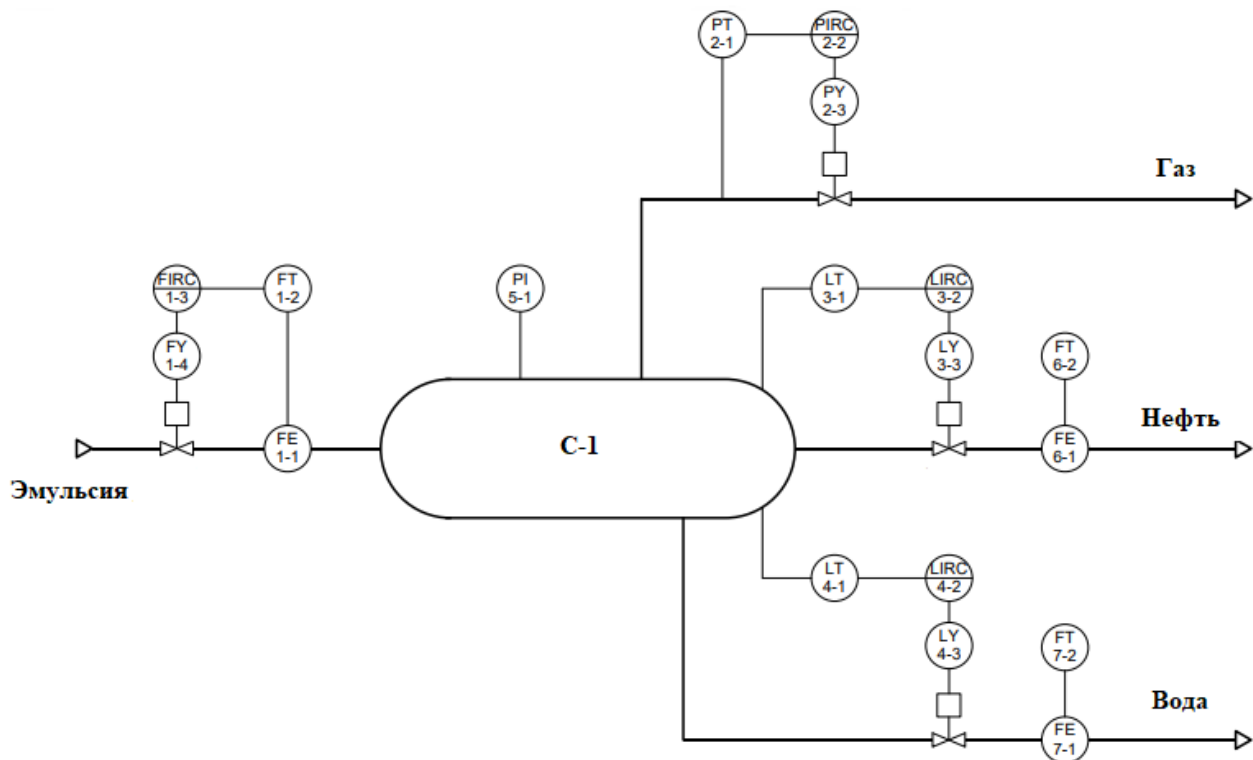
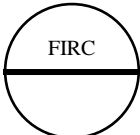
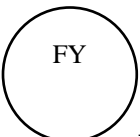
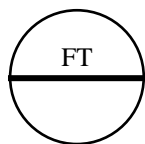


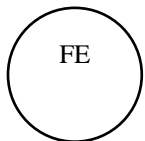
Рисунок 2 – Функциональная схема автоматизации трёхфазного сепаратора

В разработанной упрощенной схеме АС присутствуют следующие приборы (датчики):

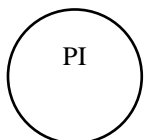
- 
 – прибор для регулирования (R) расхода (F) с индикацией (I) и автоматическим регулированием/управлением (C), установленный на щите;
- 
 – преобразователь в контуре расхода;



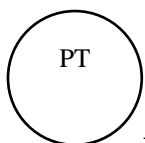
- – датчик расхода;



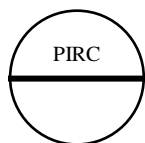
- – элемент потока (сужающее устройство);



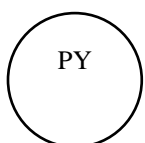
- – индикатор давления;



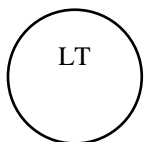
- – датчик давления;



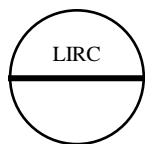
- – прибор для регулирования (R) давления (P) с индикацией (I) и автоматическим регулированием/управлением (C), установленный на щите;



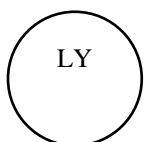
- – преобразователь в контуре давления;



- – датчик уровня;



- – прибор для регулирования (R) уровня (L) с индикацией (I) и автоматическим регулированием/управлением (C), установленный на щите;



- – преобразователь в контуре уровня;

2.2 Проектирование математической модели системы управления трёхфазным сепаратором

2.2.1 Разработка контура регулирования воды

Для разработки контура регулирования воды необходимо составить уравнение материального баланса сепаратора:

$$\int F_{\text{общий}}(t) = V_{\text{воды}}(t) + V_{\text{нефти}}(t) + V_{\text{газа}}(t),$$

где F – расход.

Таким образом:

$$\int F_{\text{воды}}(t) = V_{\text{воды}}(t),$$

где $V_{\text{воды}}$ – объем воды в 1-ой полости;

Так как, клапан сброса воды регулирует уровень в первой полости, необходимо установить зависимость расхода от хода штока.

Для этого была рассчитана пропускная способность регулирующего клапана:

$$Kv_{\text{max}} = 10^{-2} \cdot Q_{\text{max}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}},$$

где Kv_{max} – максимальная пропускная способность клапана,

Q_{max} – объемный расход среды, м³/ч,

ρ – плотность среды, кг/м³,

ΔP – перепад давления на клапане, Мпа.

Выразим расход:

$$Q_{\text{max}} = \frac{Kv_{\text{max}}}{10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}},$$

$$Kv_{\text{max}} = Kvs \cdot \Phi,$$

где Φ – линейная расходная характеристика (функциональная зависимость коэффициента расхода от положения штока клапана).

Определяется по формуле:

$$\Phi = \Phi_0 + m \cdot h,$$

где Φ_0 – относительный коэффициент расхода;

m – кривизна характеристики;

h –ход штока.

Ниже приведена таблица изменения расхода от положения штока.

Таблица 2 – Зависимость расхода от хода штока

Ход штока, мм	Расход воды, м ³ /ч	Расход нефти, м ³ /ч
0,1	2,3236	2,4167
0,2	3,4664	3,5812
0,3	5,1712	5,3518
0,4	7,7145	7,8215
0,5	11,5086	11,6917
0,6	17,1691	17,3052
0,7	25,6132	25,8194
0,8	38,2104	38,4214
0,9	57,0032	57,2563
1	85,0386	85,3541

Затем необходимо определить зависимость уровня от объема. Сепаратор представляет собой цилиндр со сферическими днищами, поэтому зависимость уровня от объема нелинейная.

Вместимость цилиндрической части сепаратора и цилиндрических днищ находится по формулам:

$$V_{в.ц.ч} = V_{ц.ч} \cdot K_{ц},$$

$$V_{в.сф.ч} = V_{сф.д} \cdot K_{с},$$

где $K_{ц}$ и $K_{с}$ – коэффициенты заполнения, которые берутся из таблиц, представленных в ГОСТ 8.346-2000. Составим таблицу перевода уровня воды в объем (D – диаметр, м; H – уровень наполнения).

Таблица 3 – Таблица перевода уровня воды в объем

H	H/D	$K_{ц}$	$K_{с}$	$V_{ц}$	$V_{сд}$	$V_{об}$	$V_{1-ой}$	$V_{2-ой}$
0,15	0,075	0,034	0,009	0,716	0,036	0,752	0,564	0,188
0,30	0,150	0,094	0,042	1,975	0,168	2,143	1,607	0,536
0,45	0,225	0,168	0,105	3,536	0,42	3,956	2,967	0,989
0,60	0,300	0,252	0,192	5,297	0,768	6,065	4,549	1,516
0,75	0,375	0,343	0,298	7,193	1,192	8,385	6,289	2,096
0,90	0,450	0,436	0,417	9,165	1,668	10,833	8,124	2,708
1,05	0,525	0,532	0,542	11,169	2,168	13,337	10,003	3,334
1,20	0,6	0,627	0,663	13,155	2,652	15,807	11,856	3,952
1,35	0,675	0,718	0,775	15,082	3,1	18,182	13,637	4,546
1,50	0,75	0,805	0,869	16,895	3,476	20,371	15,278	5,093
1,65	0,825	0,882	0,940	18,532	3,760	21,292	16,719	5,573
1,80	0,9	0,948	0,983	19,908	3,879	23,785	17,88	5,96
1,95	1,0	1,0	1,0	20,8	3,96	24,76	18,57	6,19

После того, как были получены все данные, необходимые для создания математической модели, перейдем к описанию того, как работает схема контроля уровня воды.

Заданное значение отправляется в сумматор, где из него вычитается текущий уровень. После этого измеренное значение направляется в ПИД-регулятор, где рассчитывается смещение, а шток клапана оказывает управляющее действие. В разработанной модели ход штока ограничен функциональным блоком пакета прикладного программного обеспечения Matlab, который называется Saturation.

Дебит воды, образующийся в результате поступления эмульсии и процесса разделения, подается в поток расхода воды через регулирующий клапан. Результирующий поток воды преобразуется в объем путем интегрирования. Затем, при помощи блока LookupTable, объем преобразуется в уровень согласно значениям, рассчитанным в таблице 3.

Замыкается система единичной обратной связью (датчик уровня). На рисунке 3 изображена смоделированная схема контура регулирования уровня воды в сепараторе.

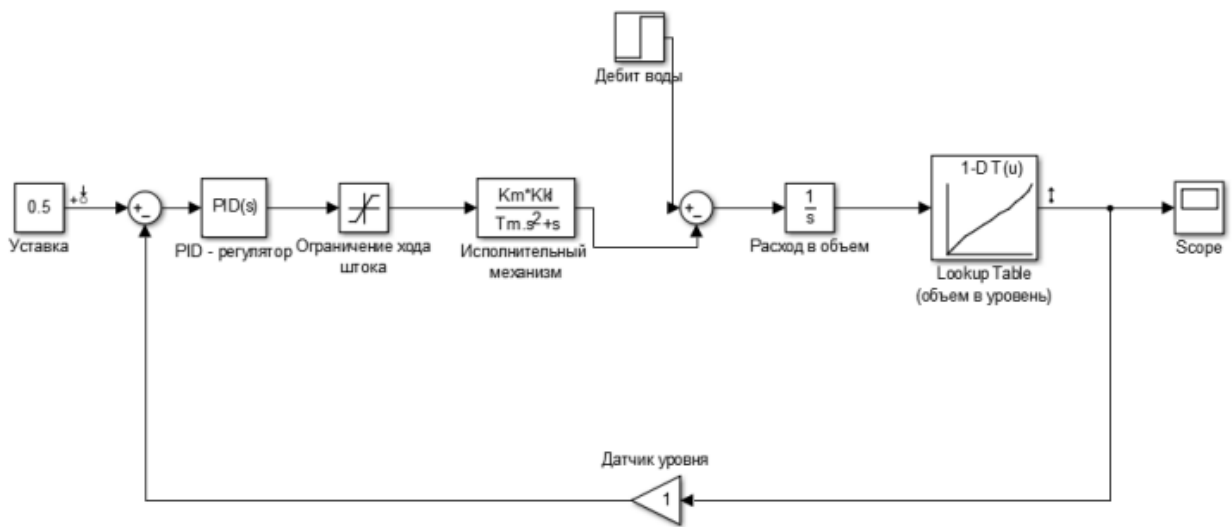


Рисунок 3 – Контур регулирования воды в сепараторе

2.2.2 Разработка контура регулирования нефти

Контур регулирования уровня нефти в сепараторе будет выглядеть аналогично контуру регулирования уровня воды. Для нахождения объема нефти во второй полости, из объема первой полости был вычтен объем воды.

Далее разработка контура регулирования уровня нефти была проведена аналогично разработке контура регулирования уровня воды.

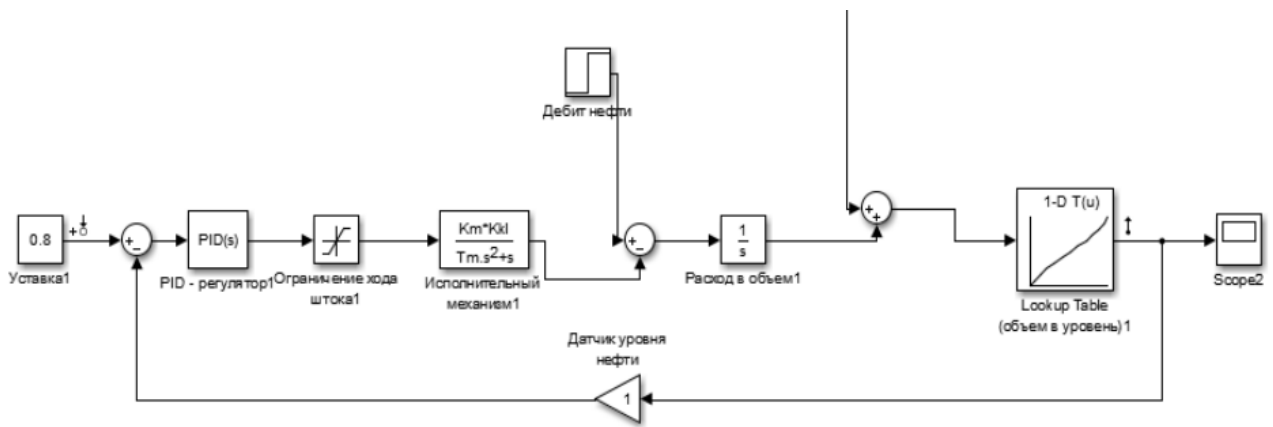


Рисунок 4 – Контур регулирования нефти в сепараторе

2.2.3 Разработка контура регулирования давления

Контур регулирования нефти и контур регулирования воды зависят от перепада давления. Перепад давления, в свою очередь, зависит от давления в сепараторе и внешнего давления. Следовательно, регулирование давления в сепараторе работает следующим образом: заданное давление поступает в сумматор, где вычитается текущее давление. Измеренное давление подается на ПИД-регулятор, который использует эти данные для расчета отклонения заданного значения и оказывает управляющее воздействие на шток регулирующего клапана. Ход штока преобразуется в значение расхода газа через клапан. Дебит выделившегося газа в процессе сепарации добавляется к расходу газа через клапан. Для дальнейших расчетов преобразуем результирующий поток газа путем интегрирования в количество газообразного вещества в сепараторе. Зависимость давления от количества вещества описывается формулой Клапейрона-Менделеева:

$$PV = \mu RT,$$

$$P = \frac{V_{\Gamma}}{\mu RT},$$

где T – температура внутри сепаратора, °C; V_{Γ} – объем сепаратора без учета жидкости, м³:

$$V_r(t) = V_{\text{сепаратор}}(t) - V_{\text{объем 2-ой полости}}(t) - V_{\text{объем 1-ой полости}}(t).$$

Круг замыкается обратной связью с коэффициентом масштабирования (датчиком давления).

Внешнее давление вычитается из выходного давления. Перепад давления поступает в контуры контроля уровня воды и нефти.

В результате расчетов и настроек была разработана математическая модель системы, которая включает в себя три контура управления, контур регулирования воды, контур регулирования нефти и контур регулирования давления. Окончательная математическая модель показана на рисунке 5.

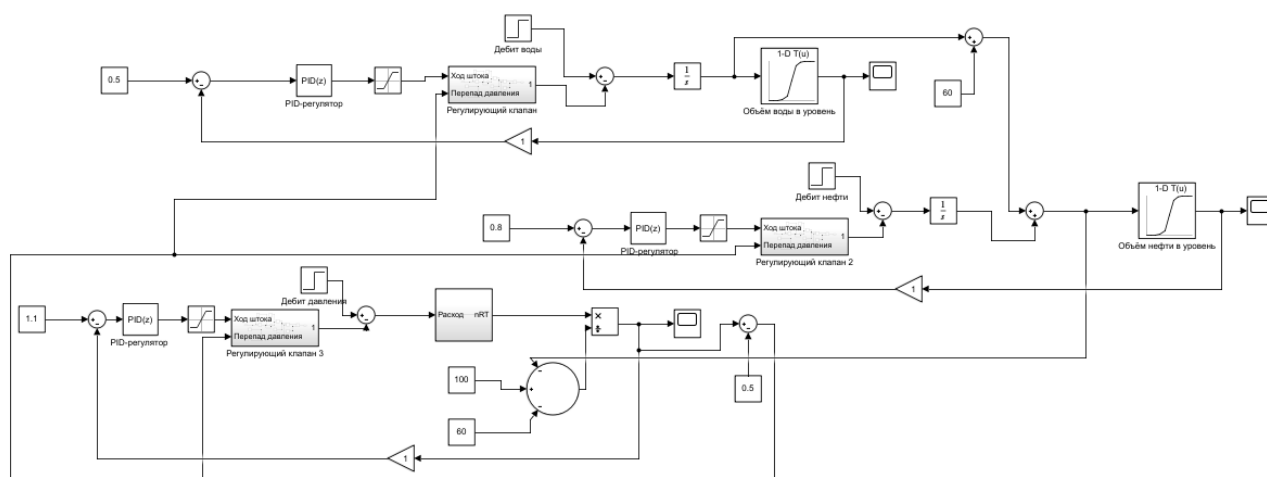


Рисунок 5 – Созданная математическая модель трёхфазного сепаратора

3. Разработка имитационной модели трёхфазного сепаратора в Unisim Design

Для разработки имитационной модели трёхфазного сепаратора был выбран программный пакет UniSim Design, предназначенный для моделирования технологических процессов на промышленных предприятиях.

3.1 Разработка технологической схемы управления сепаратором

Для начала необходимо создать газонефтяной поток, который будет поступать в сепаратор. В состав потока необходимо добавить компоненты, представленные на рисунке 3.

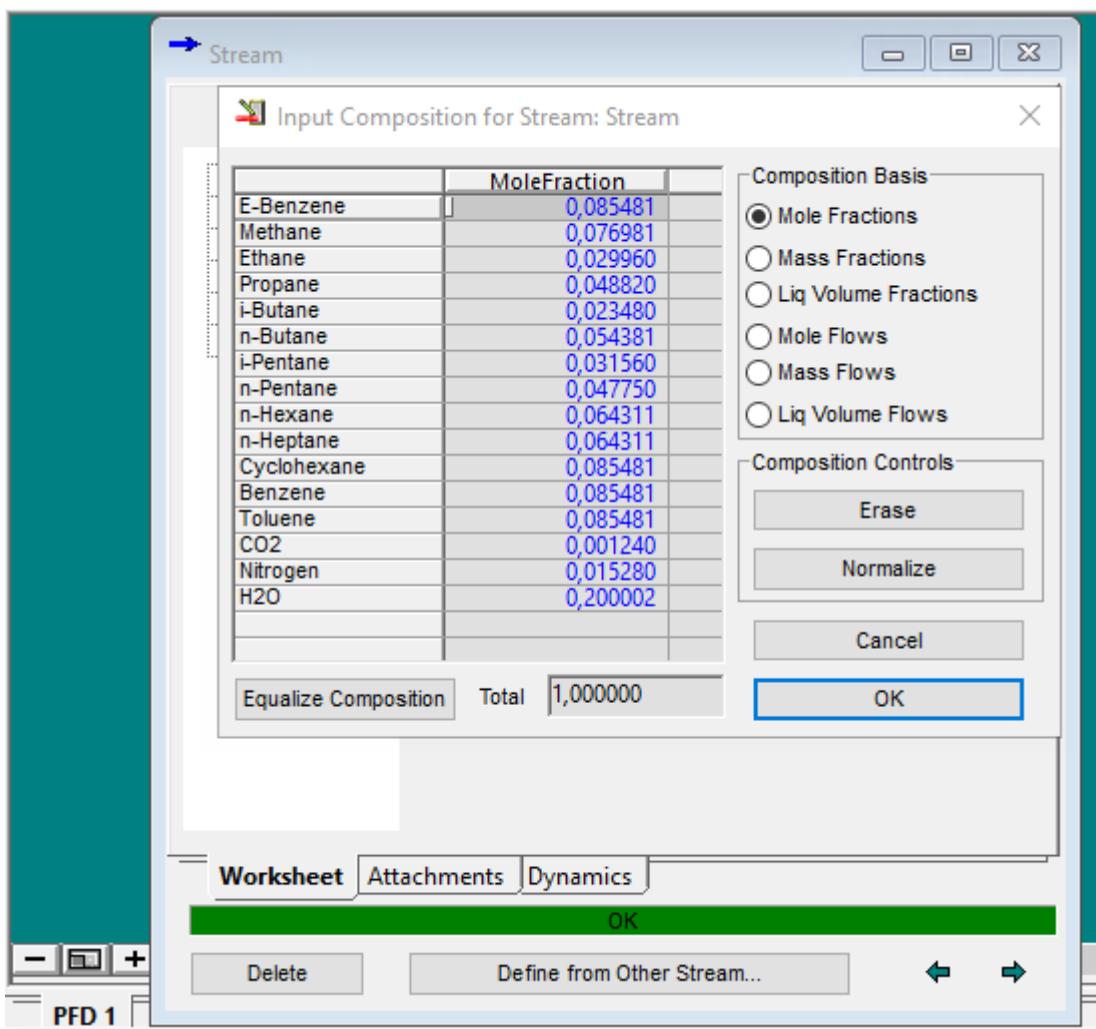


Рисунок 6 – Окно задания компонентного состава потока

Далее в рабочей области посредством панели инструментов создаётся технологическая схема реализации работы трёхфазного сепаратора.

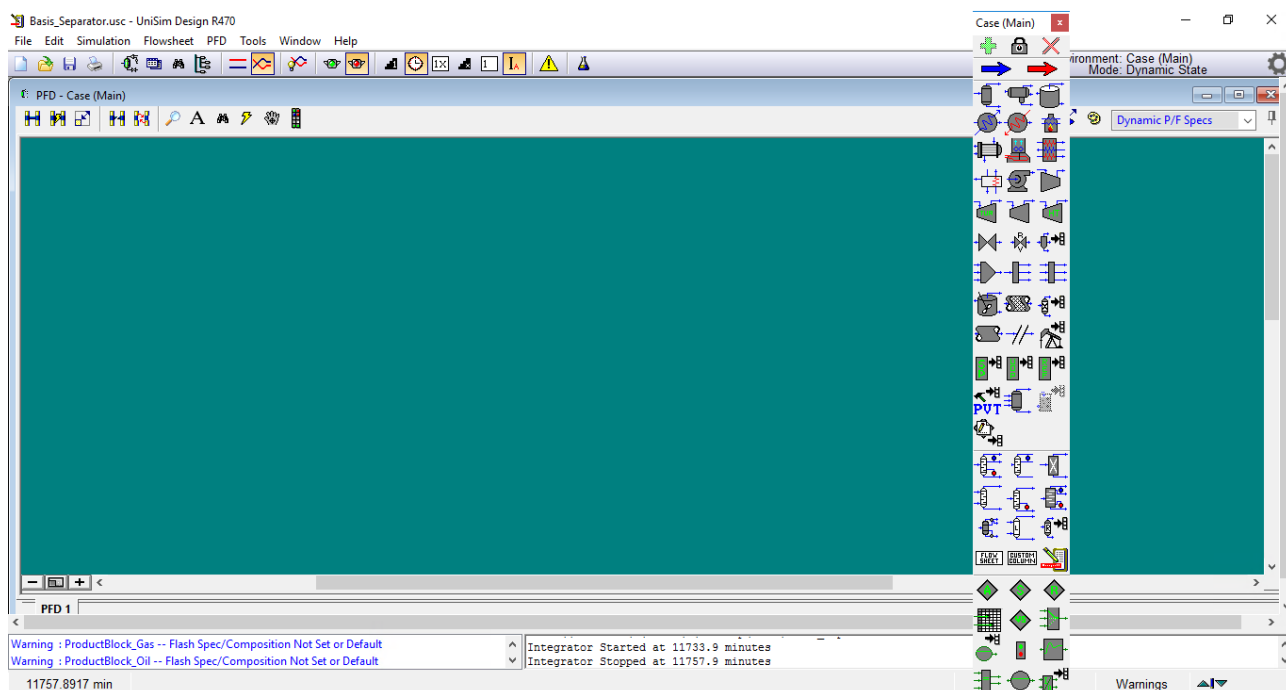


Рисунок 7 – Рабочая область и панель инструментов

В рабочей области программы создается трехфазный сепаратор, путем выбора из набора инструментов и настраивается согласно необходимым параметрам и свойствам.

На вход поступает ранее созданный поток, на выход образуются три потока газ, нефть и вода соответственно.

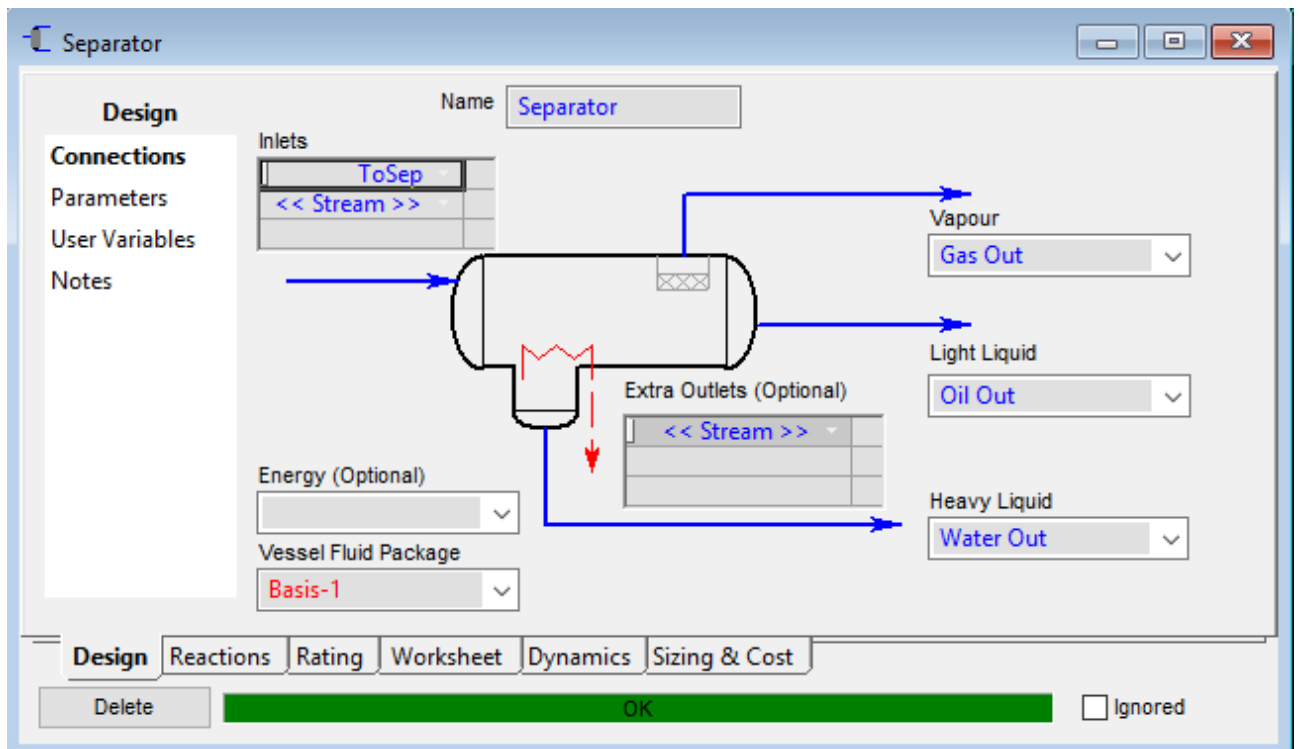


Рисунок 8 – Параметры сепаратора и настраиваемые потоки

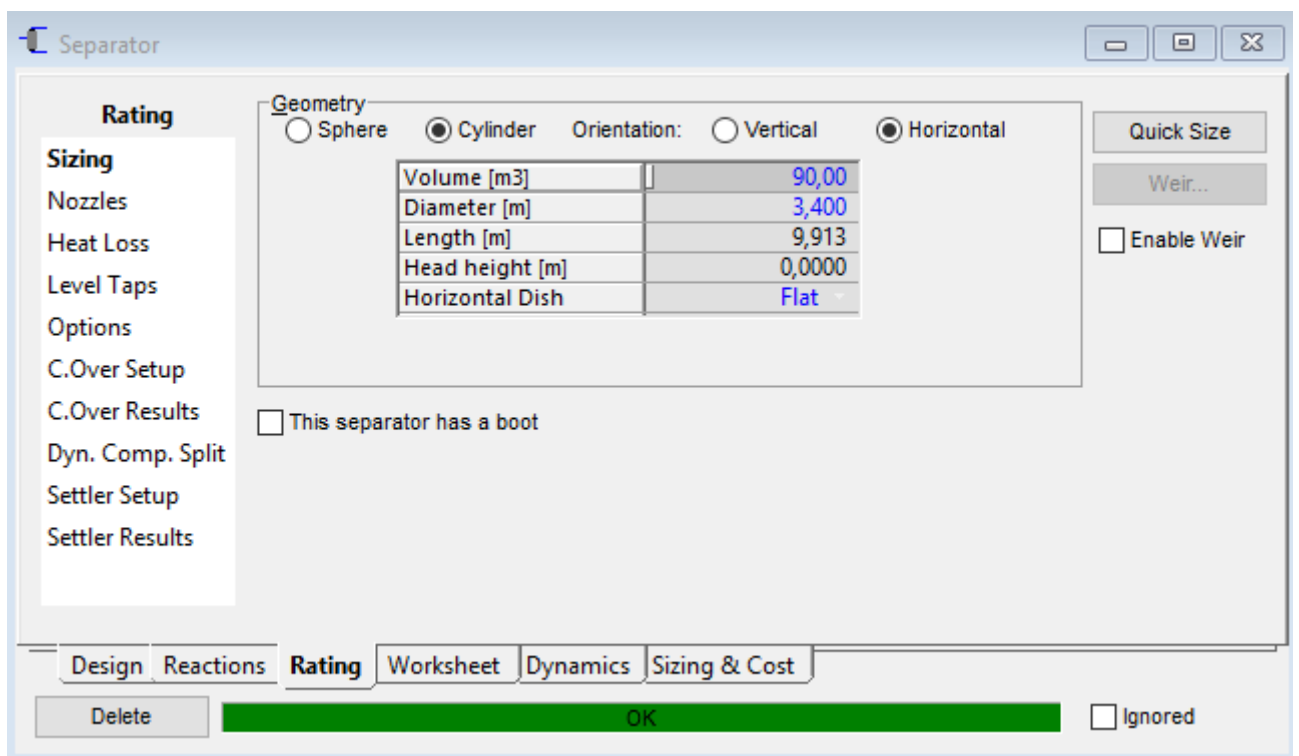


Рисунок 9 – Размеры и геометрические составляющие сепаратора

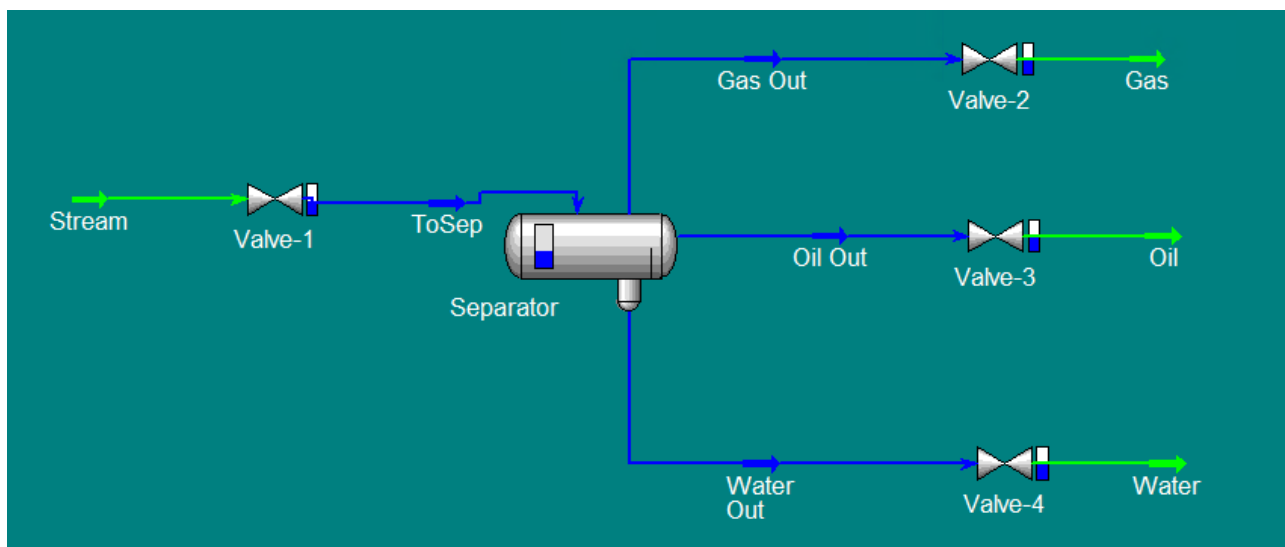


Рисунок 10 – Технологическая схема трёхфазного сепаратора

На рисунке 10 изображена технологическая схема трёхфазного сепаратора, далее необходимо создать систему управления потоками.

3.2 Разработка регулирования потоков при помощи ПИД - регуляторов

Для разработанной технологической схемы трёхфазного сепаратора нужно создать систему управления и сконфигурировать ПИД-регулятор потока, ПИД-регуляторы уровня нефти, воды и газа.

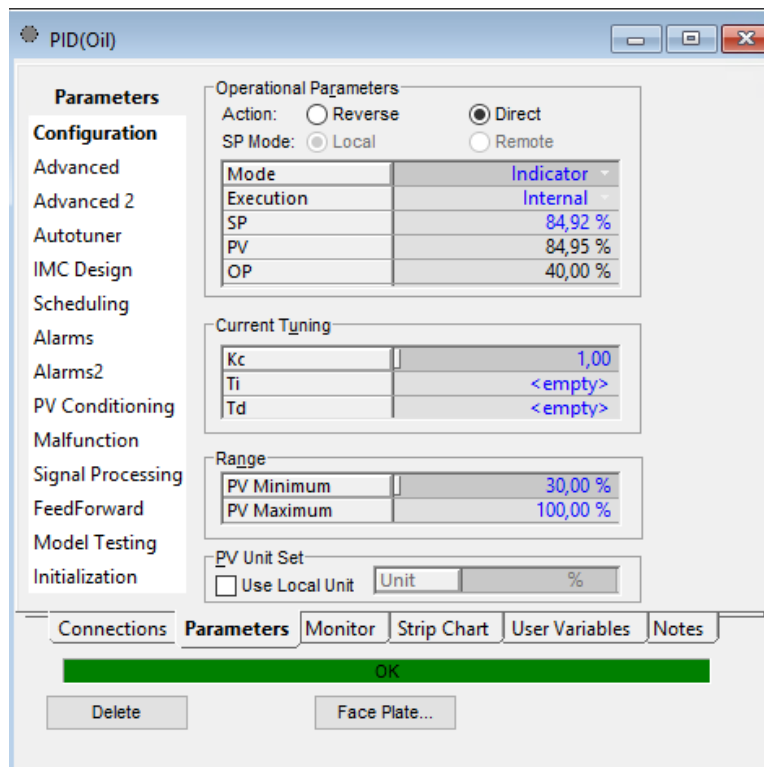


Рисунок 11 – Настройка ПИД-регулятора сброса нефти

После соединения полного комплекта инструментов и настройки всех ПИД-регуляторов была получена рабочая имитационная модель системы управления трёхфазным сепаратором.

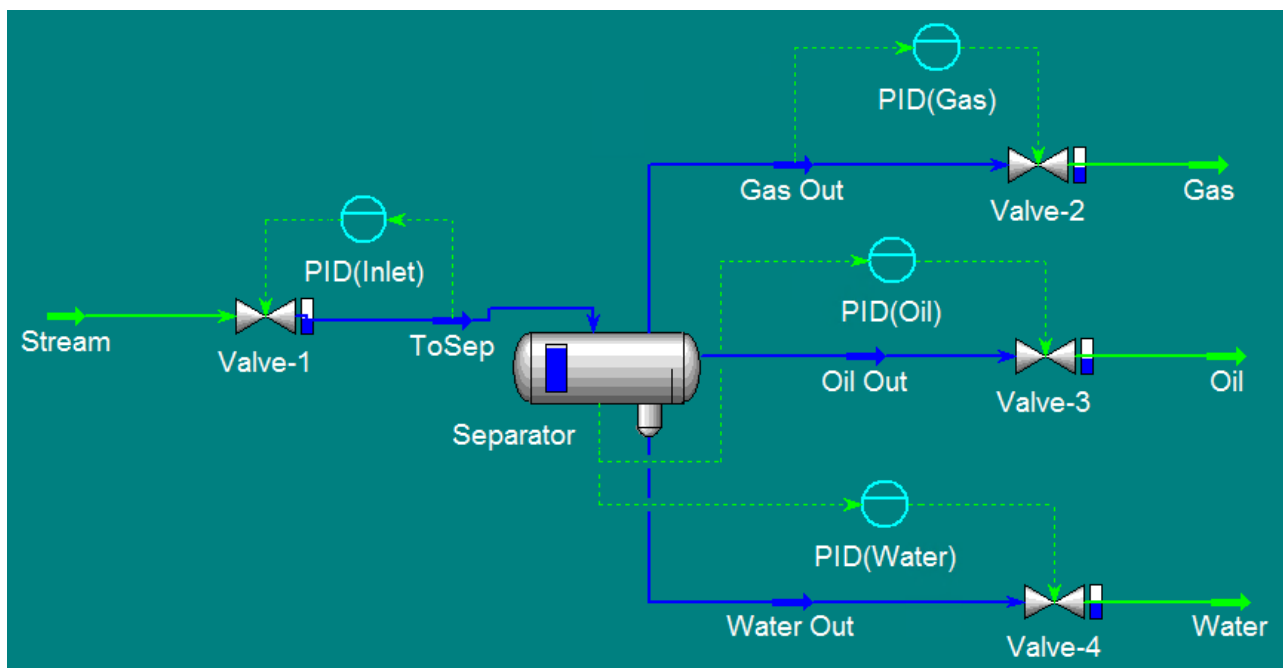


Рисунок 12 – Созданная имитационная модель системы управления трёхфазным сепаратором

4. Настройка и исследование регуляторов

Настройку параметров ПИД-регулятора было выбрано осуществлять при помощи SIMC-метода. Метод SIMC можно использовать как для ПИ-, так и для ПИД-регуляторов. Качество регулирования с помощью ПИ-регулятора немного лучше. Особенностью метода является снижение качества управления при использовании параметров управления объектом.

Для начала определим степень открытия клапана, для некоторой уставки.

Для этого переведем управление регулятором в автоматический режим и зададим SP-уставку равной 40%. По умолчанию K_c -пропорциональная составляющая и T_i -интегральная составляющая будут равны 1.

PV-текущее значение регулируемого параметра

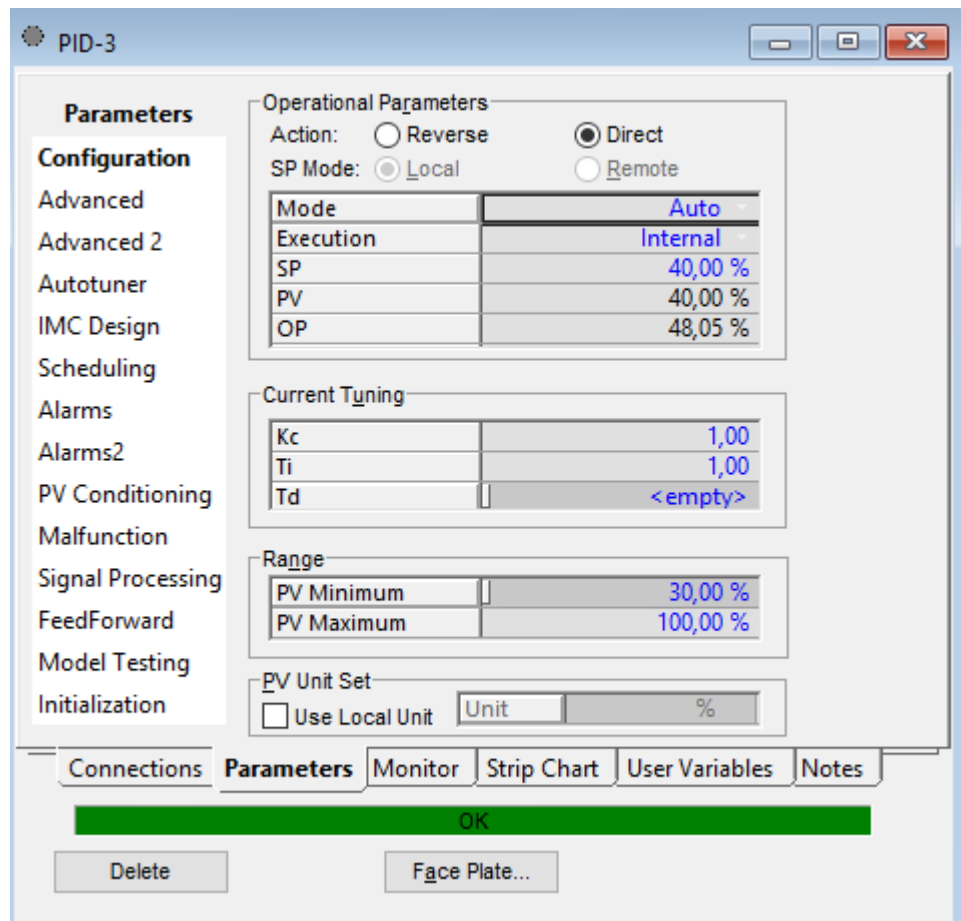


Рисунок 13 – Задание значений регулятора уровня нефти

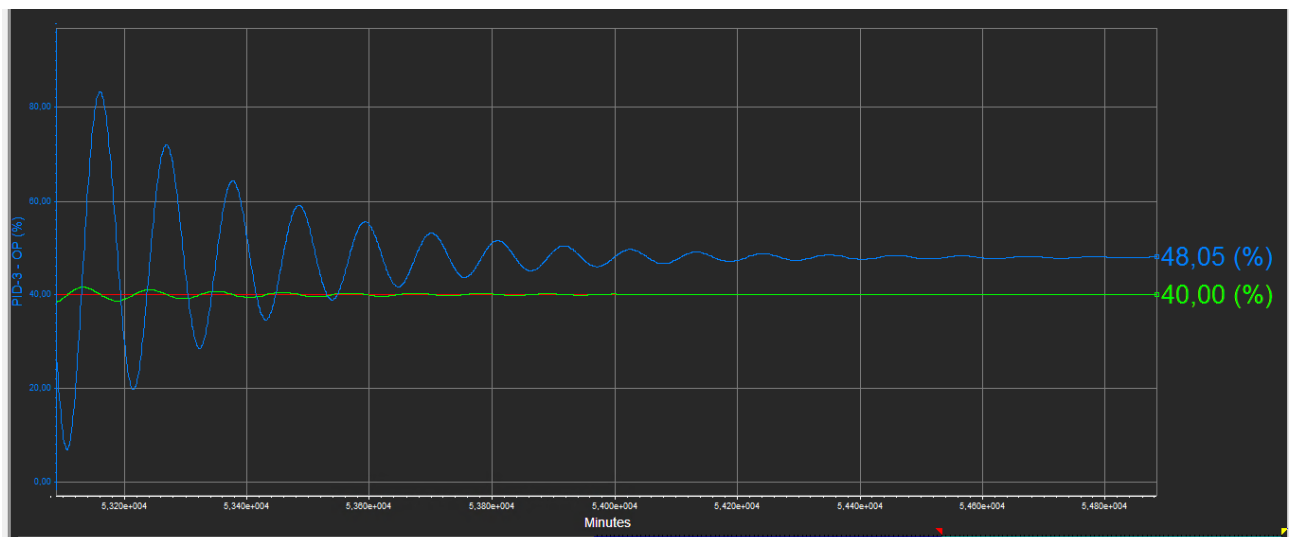


Рисунок 14 – График переходного процесса уровня нефти

Из графика 7 можно сделать вывод, что при значениях пропорциональной и интегральной составляющих заданной по умолчанию, переходный процесс не имеет ряд недостатков, а именно: большое перерегулирование, долгое время перехода к заданному значению, резкое колебание исполнительного устройства.

Отклоним значение уставки до 85 % для того, чтобы определить процент открытий при максимальной уставке рабочего диапазона.

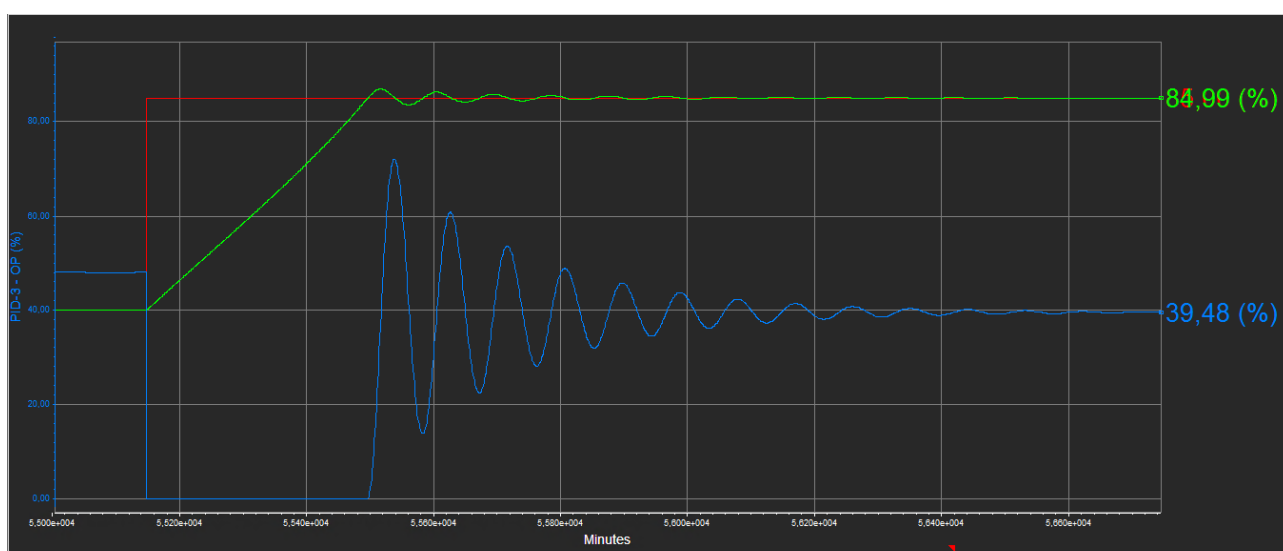


Рисунок 15 – График нахождения рабочего диапазона

Затем, вернём процент открытия клапана обеспечивающий уставку расхода в 40 %, для получения кривой разгона.

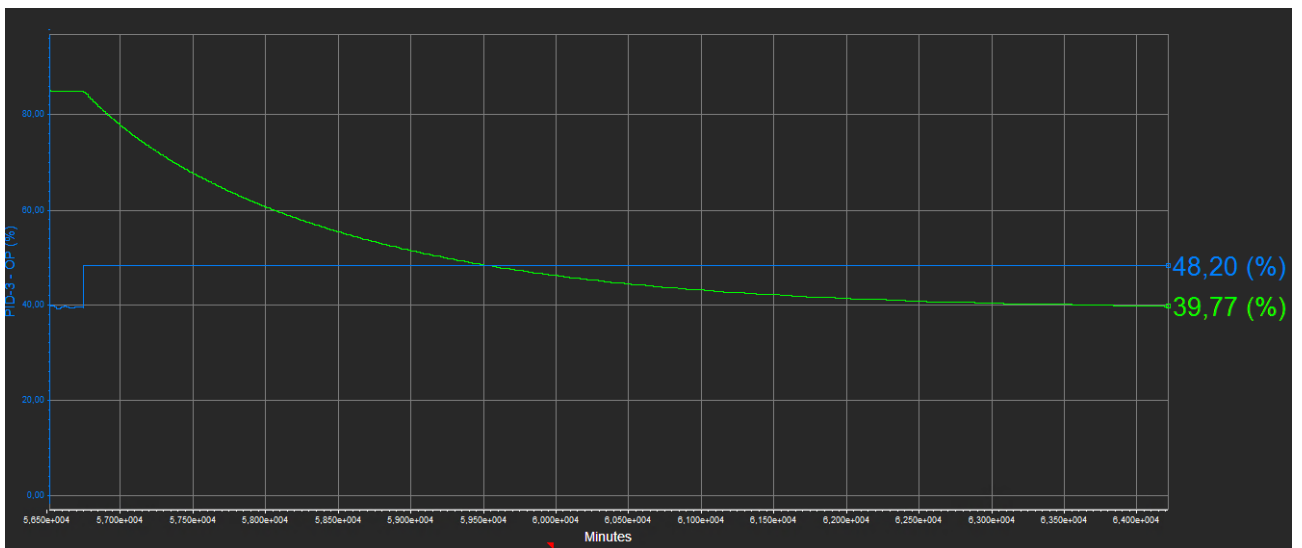


Рисунок 16 – График нахождения рабочего диапазона

После того как стали известны значения открытия исполнительного механизма, обеспечивающие значение регулируемого параметра при уставках 40% и 85%, построим график прямой разгона.

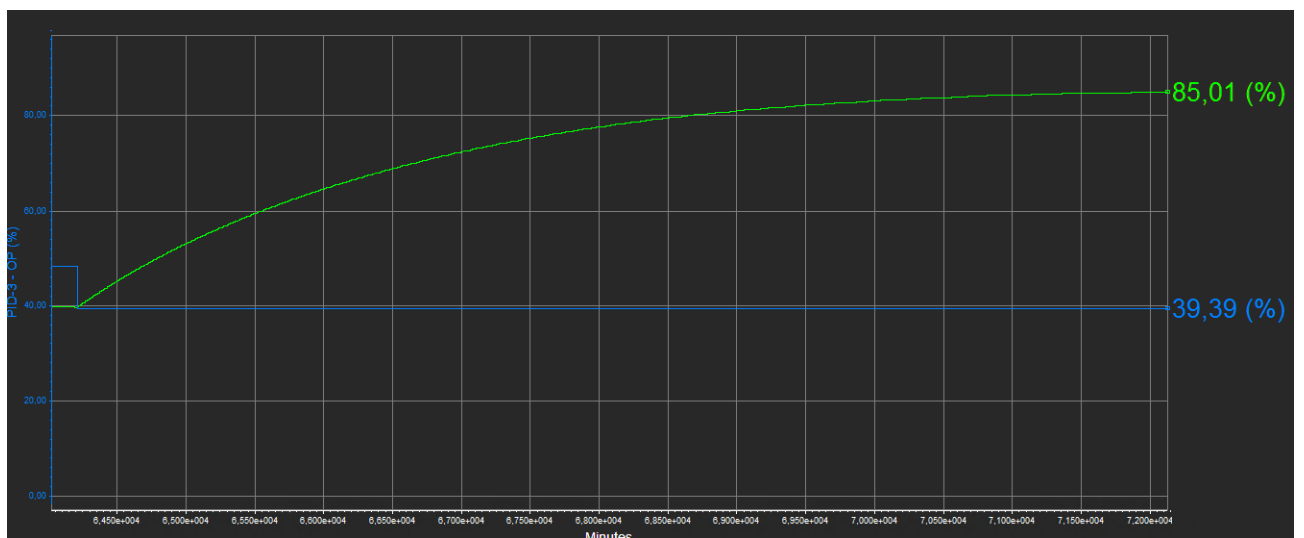


Рисунок 17 – График кривой разгона

При помощи кривой разгона методом SIMC найдем значения пропорциональной и интегральной составляющей.

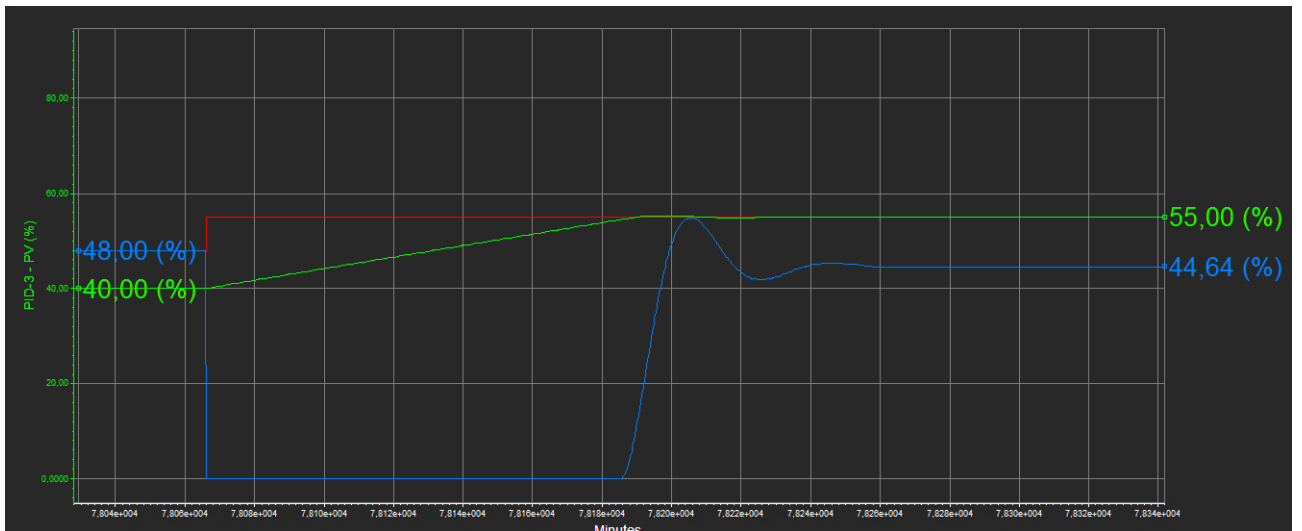


Рисунок 18 – График переходного процесса регулятора нефти

После настройки Пид-регулятора методом SIMC, было достигнуто наименьшее перерегулирование, колебательность исполнительного устройства приведена в оптимальный режим работы, время перехода к заданному значению слегка увеличено, но это компенсируется рациональной работой регулятора.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В современных условиях разработки и исследования должны подвергаться тщательному анализу с точки зрения не только перспективности, новизны, но и с точки зрения финансовой выгоды. Исследователь или разработчик должны быть уверены в том, что результаты их работы будут востребованы и эффективны, что обеспечит перспективы удачного выхода на рынок и коммерческого успеха в целом. Целью выполнения настоящего раздела является демонстрация коммерческой привлекательности НИР. В разделе рассматривается конкурентоспособность и ресурсоэффективность разработки имитационных моделей для исследования динамики системы управления сепаратором.

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

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Анализ потенциальных потребителей разрабатываемого продукта нужен для определения ряда предпочтений и потребностей заинтересованной группы людей в отношении данного внедрения. Данный анализ проводится для понимания необходимости продукта целевой аудитории.

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

Выделим наиболее значимые для разрабатываемой информационной системы критерии: вид системы управления и размер компании. На основе выявленных данных построим карту сегментирования.

Таблица 4 – Карта сегментирования рынка

		Вид системы управления		
		Научные исследования	Проектирование оборудования	Образовательная деятельность
Размер	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Таким образом, на основе анализа карты сегментирования, можно сделать вывод, что для реализации разработки подходят образовательные учреждения, а также крупные организации, проводящие научные исследования и проектирование оборудования в сфере подготовки нефти, так как имитационная модель необходима для исследований, которые подразумевают возможность осуществлять в реальном времени мониторинг систем и процессов, а также своевременный анализ данных для предотвращения проблем до их возникновения.

5.1.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ – один из самых часто используемых методов анализа в менеджменте и маркетинге. Данным метод дает ясное представление о текущей ситуации, а также помогает понять, какие действия необходимо предпринять для максимизации возможностей проекта и нейтрализации слабых сторон и угроз.

Целью использования SWOT-анализа для данной разработки является определение возможной эффективности и прогнозирование направлений будущего развития разрабатываемого решения.

Преимуществом SWOT-анализа является разработка связей разнообразных факторов внешней и внутренней среды разработки.

Таблица 5 – SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>научно-исследовательского проекта:</p> <p>1С. Предварительное моделирование и выявление оптимальных показателей.</p> <p>2С. Возможность программного изменения настроек системы.</p> <p>3С. Возможность быстрой перенастройки визуальной составляющей модели.</p>	<p>научно-исследовательского проекта:</p> <p>1Сл. Необходимость проведения расчета оптимальных настроек.</p> <p>2Сл. Нехватка специалистов</p> <p>3Сл. Сложный функционал</p> <p>4Сл. Бюджетные ограничения.</p> <p>5Сл. Наличие человеческого фактора.</p> <p>6Сл. Низкие условия оборудования (недостаточная скорость передачи данных, помехи).</p>
<p>Возможности:</p> <p>1В. Модернизация промышленных нефтегазовых сепараторов по результатам исследований имитационной модели.</p> <p>2В. Дальнейшее совершенствование модели</p>	<p>Благодаря актуальности разработки и выявлению уникальных данных, основанных на углубленном изучении процесса, проект может представлять интерес для крупных компаний нефтеперерабатывающей</p>	<p>Увеличивается вероятность возникновения непредвиденных ситуаций.</p> <p>Увеличение стоимости и времени на разработку модели.</p>

<p>в зависимости от поставленных задач.</p> <p>3В. Рост спроса на имитационную систему управления.</p>	<p>промышленности.</p> <p>Повышение точности имитационной модели и возможность настройки системы в зависимости от клиента.</p>	
<p>Угрозы:</p> <p>1У. Наличие аналогов</p> <p>2У. Недостаток высококвалифицированных сотрудников, как обслуживающего, так и инженерного персонала</p> <p>3У. Выход ПЭВМ из работоспособного состояния (поломка, отключение питания или заражение вирусом).</p>	<p>Продвижение новой технологии с целью создания спроса.</p> <p>Недостаток компетенций решается привлечением специалистов.</p> <p>Регулярная проверка комплектующих ПЭВМ и установка антивирусных программ.</p>	<p>Вероятность потери сегмента рынка.</p> <p>Прекращение работы имитационной модели.</p>

По итогам SWOT-анализа выявлены возможности для дальнейшего развития как имитационной модели системы управления сепаратором, так и в целом подхода к созданию подобных моделей.

5.2 Планирование научно-исследовательских работ

Рациональное планирование занятости участников разработки и сроков проведения каждого из этапов работы позволяет успешно организовать процесс работы над конкретной задачей.

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

На данном этапе составляется полный список необходимых работ, назначается исполнитель и выставляется продолжительность. Результатом планирования работ является линейных график реализации проекта.

Перечень этапов работы и распределение исполнителей представлен в таблице.

Таблица 6 – Перечень этапов работы и распределение исполнителей

№ п/п	Этапы работы	Исполнители
1	Постановка целей и задач	Научный руководитель
2	Разработка и утверждение ТЗ	Научный руководитель, Студент
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Студент
4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, Студент
5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, Студент
6	Проведение анализа предметной области	Студент
7	Проектирование	Научный руководитель, Студент
8	Разработка	Студент
9	Исследование	Студент
10	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент
11	Подготовка презентации дипломного проекта	Студент
12	Подведение итогов	Научный руководитель, Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Для определения ожидаемой продолжительности работ $t_{ож}$ с помощью экспертных оценок были использованы следующие формулы:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{мини} + 2t_{макси}}{5},$$

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

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

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

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1.8 \text{ дн.}$$

Остальные значения рассчитаны по аналогии.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i},$$

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

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

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

Расчет продолжительности этапа в календарных днях T_{ki} производился по формуле:

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году ($T_{\text{кал}} = 365$);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году ($T_{\text{вых}} = 52$);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году ($T_{\text{пр}} = 14$).

Коэффициент календарности $k_{\text{кал}}$ равен 1,221. Продолжительность первого этапа в календарных днях T_{k1} равна 2. Остальные значения рассчитаны аналогично.

5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

На основании рассчитанных показателей приведены временные показатели научного исследования для каждого из вариантов разработки в таблице 8.

Таблица 7– Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	$t_{min i}$, чел-дни		$t_{max i}$, чел-дни		$t_{ож i}$, чел-дни		И	Р	И	Р
	И	Р	И	Р	И	Р				
Постановка целей и задач	0	1	0	2	0	1,8	0	1,8	0	2
Разработка и утверждение ТЗ	3	1	6	2	5,4	1,8	2,7	0,9	3	1
Подбор и изучение материалов по тематике	2	0	7	0	5,4	0	5,4	0	6	0
Разработка календарного плана	1	1	2	2	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1
Обсуждение литературы	1	1	3	3	2,4	2,4	1,2	1,2	2	2
Проведение анализа предметной области	7	0	14	0	12,6	0	12,6	0	15	0
Проектирование	6	1	10	2	15	2,4	15	1,8	10	2
Разработка	10	0	15	0	15	0	15	0	18	0
Исследование	3	0	5	0	4,8	0	4,8	0	6	0
Оформление расчетно-пояснительной записки	3	0	5	0	4,8	0	4,8	0	6	0
Подготовка презентации дипломного проекта	2	0	3	0	3	0	3	0	4	0

Подведение итогов	1	1	2	2	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1
Итого:							66,3	7,5	72	9

На основе рассчитанных временных показателей проведения научного исследования была построена диаграмма Ганта (таблица 5).

Таблица 8 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Исполнители	Т _{кп} . кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
			февр.		март			апрель			май			июнь		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
Постановка целей и задач	Р	2	■													
Разработка и утверждение ТЗ	Р,И	4	■	■												
Подбор и изучение материалов по тематике	И	6		■	■											
Разработка календарного плана	Р,И	2		■	■											
Обсуждение литературы	Р, И	4			■	■										
Проведение анализа предметной области	И	15			■	■	■	■								
Проектирование	Р,И	12						■	■							
Разработка	И	18							■	■	■					
Исследование	И	6									■	■				
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	6										■	■	■		
Подготовка презентации дипломного проекта	И	4												■	■	
Подведение итогов	Р, И	1												■	■	

■ – инженер ■ – руководитель

Из диаграммы Ганта видно, что наиболее сложными этапами работы, на которые было выделено больше всего календарных дней являются разработка и проведение анализа предметной области.

5.3 Бюджет научно-технического исследования

5.3.1 Расчет материальных затрат НИИ

Материальные затраты рассчитываются по формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi},$$

где Z_M – материальные затраты, руб.;

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

C_i – цена приобретения единицы i -го порядка вида потребляемых материальных ресурсов

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования.

В материальных затратах учтены только расходы на канцелярские принадлежности, так как все необходимые для работы над проектом материалы имелись в распоряжении исполнителей. Материалы, необходимые для выполнения данной работы, и расчет материальных затрат представлены в таблице 6.

Таблица 9 – Материальные затраты для реализации проекта

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Цена (всего), руб.
Ручка шариковая	шт.	2	25	50
Тетрадь	шт.	1	65	65
ИТОГО:				115

5.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада

исполнителя. Месячный оклад (МО) научного руководителя, занимающего должность доцента и имеющего степень кандидата технических наук, составляет 27946,00 руб./мес., МО исполнителя, являющегося студентом, составляет 19200,00 руб./мес.

Исходя из того, что в месяце в среднем 24,83 рабочих дня при шестидневной рабочей неделе, среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = \text{МО} / 24,83$$

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 7. Затраты времени по каждому исполнителю, в рабочих днях с округлением до целого, взяты из таблицы 4, где указаны трудозатраты исполнителей. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется районный коэффициент $K_p = 1,3$.

Таким образом, для перехода от тарифной суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку необходимо учесть районный коэффициент $K_p = 1,3$.

Таблица 10 – Расчеты затрат на полную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	K_p	Фонд з/платы, руб.
Научный руководитель	37700,00	1570,1	9	1,3	18370,17
Студент	19200,00	773,3	72	1,3	72380,88
Итого:					90751,05

5.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет затрат на дополнительную зарплату производится следующим образом:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15);

$Z_{\text{осн}}$ – затраты на основную заработную плату.

Затраты на дополнительную заработную плату научного руководителя составят:

$$Z_{\text{доп}} = 18370,17 \cdot 0,13 = 2388,1 \text{ руб.}$$

Затраты на дополнительную заработную плату студента составят:

$$Z_{\text{доп}} = 72380,88 \cdot 0,13 = 9409,5 \text{ руб.}$$

5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование и составляют 30% от заработной платы участников проекта.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Таким образом для научного руководителя величина отчислений $Z_{\text{внеб}}$ будет равна:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (18370,17 + 2388,1) = 6227,4 \text{ руб.}$$

Для студента:

$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (72380,88 + 9409,5) = 24537,1 \text{ руб}$$

5.3.5 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Разработка проекта проводилась на персональном компьютере HP 250 G6 стоимостью 30000 руб., амортизация будет рассчитываться исходя из этой суммы.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
	Исп.1
1. Материальные затраты НИИ	115,00
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	90751,05
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11797,6
4. Отчисления во внебюджетные фонды	30764,5
5. Накладные расходы	21348,5
6. Бюджет затрат НИИ	154776,65

5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более)

вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

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

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

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 9.

Первый вариант исполнения – это проект, разрабатываемый в рамках данной работы. В качестве второго и третьего варианта исполнения были

взяты аналоги компаний (АК Инжиниринг, Энсис Технологии). Стоимость второго варианта исполнения составляет 181645,5 руб., третьего – 203125,6.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.Удобство в эксплуатации	0,18	5	2	4
2.Интерфейс	0,12	3	3	4
3.Функционал	0,2	5	3	2
4.Надежность	0,18	3	2	2
5.Точность моделирования	0,15	3	3	4
6.Быстродействие	0,09	4	2	4
ИТОГО	1			

Таким образом интегральный показатель для каждого из вариантов исполнения:

$$I_{p-исп1} = 3,61;$$

$$I_{p-исп2} = 2,31;$$

$$I_{p-исп3} = 2,92.$$

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность

проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.
Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}$$

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

/п	Показатели	И сп.1	Исп.2	Исп.3
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,6	0,7	0,8
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,6 1	2, 31	2 ,92
	Интегральный показатель эффективности	3 ,61	2, 31	2 ,92
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,5 6	1	1,2 3

Из полученной таблицы видно, что наиболее эффективный вариант решения поставленной задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является исполнение 1.

Вывод по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента проведено комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы. Составлен перечень проводимых работ, их исполнителей и продолжительность выполнения этапов работ, составлен линейный график.

Также произведен расчет сметы затрат на выполнение проекта, проведен расчет себестоимости проекта, определены показатели эффективности проекта и проведена оценка его эффективности.

6 Социальная ответственность

В данной работе рассматривается разработка имитационной модели автоматизированной системы управления технологическим процессом сепаратора установки комплексной подготовки нефти. Объектом исследования является имитационная модель управления трёхфазным сепаратором. Областью применения объекта является нефтедобывающая промышленность, которой необходимо осуществлять процесс отделения от нефти пластовой воды и газа. Пользователями данной имитационной модели управления трёхфазным сепаратором являются предприятия, неоснащенные данными автоматизированными решениями. Автоматизация позволяет обеспечивать протекание технологических процессов без непосредственного участия обслуживающего персонала при работе системы. Задачей оператора АСУ ТП является контроль параметров технологического процесса и принятие решений в случае возникновения нештатных ситуаций. Обычно операторский пункт находится в непосредственной близости от объекта управления. Исходя из вышесказанного, необходимо разработать меры по защите и по снижению негативного влияния производственных факторов на рабочее место оператора, а также сформировать рекомендации для благоприятных условий труда и охраны окружающей среды.

Разработка проекта осуществляется в лаборатории ОАР НИ ТПУ размеры рабочей зоны - 7,5×5,5 м. Рабочее место представляет собой место за персональным компьютером. При работе с АСУ оператор будет сталкиваться с таким оборудованием как ПЭВМ, ПЛК, измерительные устройства, регулирующие механизмы. Взаимодействие персонала с данным оборудованием может сопровождаться различными негативными факторами, влияющими на работоспособность персонала.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Правовые нормы, регулирующие взаимоотношения между сотрудником и организацией, включают в себя положения по оплате труда, режиму рабочего времени. Основные пункты отношений между сотрудником и организацией описаны в трудовом кодексе РФ [7].

Количество рабочего времени нормировано и не может быть выше 40 часов в неделю. На протяжении рабочего дня оператор АСУ должен иметь перерыв для отдыха и принятия пищи продолжительностью не менее 30 минут и не более двух часов.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Основная часть работы оператора АСУ будет производиться за столом, соответственно, необходимо рассмотреть требования к организации рабочих мест.

Данные требования регламентируются ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». В ГОСТе указаны такие параметры, как высота сидения, ширина пространства для ног, высота рабочей поверхности для человека, выполняющего работы в сидячем положении.

Рекомендуется работать в помещении, где окна выходят на север или северо-восток. Местное освещение не должно создавать блики на поверхности экрана дисплея. Чистота обязательна при работе за компьютером. Влажную уборку помещения следует проводить ежедневно. Недопустима запыленность воздуха, пола, рабочей поверхности стола и техники. Помещение должно быть оборудовано системами вентиляции, кондиционирования и отопления.

6.2 Производственная безопасность

Опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации с объектом исследования приведены в таблице 1.

Таблица 14 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте оператора АСУ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы		Нормативные документы
	Разр.	Экспл.	
Поражение электрическим током	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой).
Повышенный уровень шума	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования
Недостаточная освещенность рабочего места	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
Отклонение показателей микроклимата от нормы	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды

			обитания
--	--	--	----------

6.2.1 Поражение электрическим током

При эксплуатации электрооборудования возможно поражение работающего персонала электрическим током. К источникам опасности поражения электрическим током на рабочем месте можно отнести: ПЭВМ оператора, осветительные приборы и электроинструменты, местный щит управления.

Предельно допустимые значения силы токов и напряжений, расположены в таблице 2.

Таблица 15 – Предельно допустимые значения силы тока и напряжения

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

Средствами защиты от предельно допустимых значений напряжения являются изолирующие устройства, устройства автоматического отключения и др [11].

6.2.2 Повышенный уровень шума

Высокий уровень шума может привести к нарушениям слуха, он может быть причиной стресса и повышать артериальное давление. Длительное влияние чрезмерного шума на организм может являться причиной нарушения нормальной деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем, пищеварительных и кроветворных органов, может развиваться профессиональная тугоухость, прогрессирование которой может привести к полной потере слуха. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д.

Также, высокий уровень шума может привести к несчастным случаям, поскольку из-за него существует шанс не услышать предупреждающие о происшествии сигналы.

Причиной возникновения шума, является системы управления горизонтальным сепаратором является оборудование, установленное в лабораториях.

Предельно допустимые уровни звукового давления представлены в таблице 3, исходя из пункта 36 СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [9]

Таблица 16 – Предельно 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

Чтобы снизить уровень воздействия шума на организм, используются индивидуальные средства защиты. К ним относятся противошумные шлемофоны, наушники, заглушки и вкладыши. Коллективными средствами для защиты относится использование средств звукоизоляции и звукопоглощения.

6.2.3 Недостаточная освещенность рабочего места

Согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, отсутствие освещение или его нехватка классифицируется как вредный производственный фактор. Работа при недостаточном освещении может привести к переутомлению, усталости глаз, головным болям, что неизбежно приводит к снижению работоспособности. Управление имитационной моделью трёхфазного сепаратора с помощью ПК оценивается как зрительная работа

очень высокой точности, при этом наименьший размер объекта различения ограничивается (0,15-0,3) мм. Что является II-м разрядом зрительной работы. В помещениях, предназначенных для работы с ПЭВМ, освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения должна быть не менее 300 лк. Требования к освещению рабочей зоны для работ очень высокой точности II-го разряда зрительной работы указаны в таблице 4.

Таблица 17 – Требования к освещению рабочей зоны для работ очень высокой точности II-го разряда зрительной работы

Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Фон	Освещенность, лк (комбинированное освещение)
а	малый	тёмный	400
б	малый средний	средний тёмный	300
в	малый средний большой	светлый средний тёмный	200
г	средний большой	светлый средний	200

Для соблюдения требований освещенности необходимо, чтобы рабочее место оператора располагалось в помещении с наличием источника естественного освещения.

6.2.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Электромагнитные поля появляются во большом числе производственных процессов. Электростатические заряды скапливаются на различных поверхностях, в том числе и на одежде рабочего персонала, это создает поле высокой напряженности, обуславливающее электрические разряды. Если производство взрывоопасное, и связано с применением

горючих газов, а также легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, то искровые разряды статического электричества могут вызвать взрыв и пожар. Также разряды статического электричества могут стать причиной травм обслуживающего персонала. На рабочем месте оператора АСУ имеется множество источников электромагнитных полей, это распределительные шкафы, трансформаторы тока и напряжения, низко- и высоковольтные кабели, шкафы управления. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 5.

Таблица 18 – Длительность пребывания и допустимые уровни магнитного поля

Время пребывания, час	Допустимые уровни МП, [А/м] при воздействии	
	Общее воздействие	Локальное воздействие
1 и менее	1600	6400
2	800	3200
4	400	1600
8	80	800

Что касается способов защиты и уменьшения влияния электромагнитного излучения, то можно воспользоваться следующими действиями:

- смена должна длиться менее 8 часов в день;
- уменьшение времени нахождения человека в электромагнитном поле, а именно организация перерывов каждые (45 – 60) минут на (10 – 15) минут;
- увеличение расстояния от персонала до источника электромагнитных излучений;

Таким образом, воспользовавшись данными действиями дополнительные средства защиты окажутся не востребованными.

6.2.5 Отклонение показателей микроклимата от нормы

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

В результате чрезмерного воздействия данного фактора на человека может привести к инсульту, инфаркту миокарда, обезвоживанию организма, гиповитаминозу, гипоксии.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются: температура воздуха; температура поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

Согласно пункту 29 СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания, в помещениях должны обеспечиваться допустимые параметры микроклимата, указанные в таблице 6.

Таблица 19 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах

Допустимые значения						
Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин
Холодный	17,0-18,9	21,1-23,0	16-24	15-75	0,1	0,3
Теплый	18,0-19,9	22,1-27,0	17-28	15-75	0,1	0,4

Поддержание оптимальных показателей микроклимата обеспечивает создание благоприятных условий труда и повышению его производительности. Для этого должны быть предусмотрены следующие средства: центральное

отопление, вентиляция (искусственная и естественная), искусственное кондиционирование.

6.3 Экологическая безопасность

При разработке имитационной модели трёхфазного сепаратора используется ПЭВМ. При правильном обслуживании и эксплуатации, данное устройство не оказывают пагубного влияния на окружающую среду.

В процессе использования имитационной модели, состоящей в большей мере из ПЭВМ, возникает проблема утилизации комплектующих, которые со временем могут приходить в негодность. Захоронение твердых бытовых отходов должно производиться на полигонах. Для минимизации ущерба комплектующие необходимо сдавать на переработку.[16]

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятной ЧС, которую может инициировать система управления является пожар. Поэтому рабочее помещение, в котором располагаются инженеры, должно обладать не менее чем 2-ой степенью огнестойкости, поскольку в нем может располагаться большое количество дорогой техники, в том числе ПЭВМ. При строительстве подобного помещения в качестве материала должны быть использованы металл, стекло, кирпич и другие негорючие материалы. Углекислотный огнетушитель, сухой песок и внутренние пожарные водопроводы должны находиться в здании и предназначаются для своевременного тушения небольших локальных возгораний. Огнетушители типа ОУ особенно хороши, поскольку не только эффективны для тушения, но и не наносят вреда электрооборудованию. Помещение должно быть оборудовано датчиками пожарной сигнализации, а также должны быть развешаны планы эвакуации людей при пожаре, которые определяют правильный порядок действий персонала при пожаре и указывают места расположения средств пожаротушения.

Действия, которые можно предпринять для предотвращения пожара:

- организация обучения персонала правилам пожарной безопасности;
- разработка мероприятий по действиям персонала на случай возникновения пожара и организация эвакуации людей;
- назначение лица, ответственного за эвакуацию, которое должно следить за исправностью дверных проемов, окон, проходов и лестниц. К эксплуатационным мероприятиям относятся:
 - поддержание исправной изоляции проводников;
 - поддержание свободного подхода к оборудованию;
 - соблюдение противопожарных инструкций при прокладке электропроводок, эксплуатации оборудования, освещения.

Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" Возможный пожар будет иметь класс пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е);

В случае возникновения пожара тушение горящего электрооборудования должно производиться огнетушителями ОУ-5 или ОУ-10 (углекислотные) и огнетушителями типа ОП-10 (порошковые).

Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе работы над данным разделом были разобраны требования законодательства в сфере социальных, правовых и экологических вопросов, а также вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.

Была определена категория помещения, где производится разработка проекта и проверка его работоспособности, согласно ПУЭ [12], относится к помещению с повышенной опасностью. Группа электробезопасности, в соответствии с Приказом от 15 декабря 2020 [13] – первая (I). Категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685 [9] является второй (IIa). Категория помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, в соответствии с [14], является категорией «В» (пожароопасность). Также определена категория

объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду, в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 [15]. Данная категория является второй (II).

Был выполнен анализ вредных и опасных факторов, которым может быть подвержен оператор АСУ, а также предложены меры их минимизации или полного исключения.

Кроме того, были рассмотрены экологическая безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях. В качестве самой характерной ЧС был выявлен пожар.

Следование предложенным в данном разделе правилам и мерам может помочь избежать чрезвычайных ситуаций, а также обеспечить сохранность здоровья персонала и состояния окружающей среды.

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы исследована система управления трёхфазным сепаратором подготовки нефти. Разработаны функциональная и математическая модели системы управления.

Кроме того, была разработана имитационная модель системы управления горизонтальным сепаратором в программе Unisim Design. В разработанной модели продемонстрирован процесс сепарации нефти. После этого была проведена настройка параметров ПИД – регуляторов методом SIMC. В качестве демонстрации работоспособности имитационной модели были представлены экранные формы создания и эксплуатации имитационной модели, а также графики переходных процессов и настройки ПИД-регуляторов.

Список использованных источников

1. Нефтегазовые сепараторы со сбросом воды НГСВ [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.tehnoeo.ru/product/separ/separato2/>.
2. Громаков Е.И. Проектирование автоматизированных систем управления нефтегазовыми производствами: учебное пособие / А.В. Лиепиньш; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 408 с.
3. Математические основы теории систем: учебник для вузов / А. М. Малышенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 364 с.
4. Кравцов, А.В. Технологические основы и моделирование процессов промышленной подготовки нефти и газа: учебное пособие [Текст] / А.В. Кравцов, Н.В. Ушева, Е.В. Бешагина. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 128 с
5. Skogestad, S. Simple analytic rules for model reduction and PID controller tuning. J. Process Control 13, 2003, 291–309.
6. ГОСТ 8.346-2000 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200019851>.
7. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 05.02.2018) // Собрание законодательства РФ. - 07.01.2002.
8. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> – дата обращения: 24.05.2022.
9. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2021. – 496 с.
10. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – М.: ИПК Изд-во стандартов,

2017. – 122 с.

11. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Поправкой). – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2017. – 20 с.

12. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК Седьмое издание Раздел 1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА Глава 1.1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

13. ПРИКАЗ от 15 декабря 2020 года N 903н об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

14. СП 12.13130.2009 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАТЕГОРИЙ ПОМЕЩЕНИЙ, ЗДАНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ.

15. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

16. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов: учебное пособие / А. С. Клинков, П. С. Беляев, В. Г. Однолько, М. В. Соколов, П. В. Макеев, И. В. Шашков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 100 экз. – 188 с.