

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
Разработка графических интерфейсов для MATLAB
УДК 004//514^004/42^004/942

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158T82	Цяо Иньсюань		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

Консультант (при отсутствии консультанта в приказе на тему ВКР эту таблицу удалить)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Консультант ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2022 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
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
ОПК(У)-2	Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, интеллектуально правовых, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов
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	Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных

	приборов, комплексов и их составных частей
ПК(У)-2	Способность к математическому моделированию процессов и объектов оплотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
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 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)-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
 Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – осенний/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:	10.юня.2022 г.
--	----------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
27.05.2022 г	Основная часть	60
30.05.2022 г	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
30.05.2022 г	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Филипас Александр Александрович	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

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

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
 _____ Громаков Е.И.

(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
158Т82	Цяо Иньсюань

Тема работы:

Разработка графических интерфейсов для MATLAB	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 45-49/с от 14.02.2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(название объекта исследования или проектирования; графическое оформление рабочего интерфейса; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т.д.); тип сырья или материала изделия; требования к продукту, изделию или процессу; специальные требования к конкретной функции (работе) объекта или изделия с точки зрения безопасности эксплуатации, воздействия на окружающую среду, энергозатрат; экономический анализ и др.)</i></p>	<p>Объект исследования: Рассматривается вопрос создания графического интерфейса пользователя (GUI) для прикладных и исследовател.</p> <p>Цель работы: Целью данной работы была разработка графического интерфейса для управления технологическим процессом в Matlab.</p> <p>Режим работы: Непрерывный.</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>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка графического интерфейса пользователя (GUI) в Matlab AppDesigner на основе технологической схемы системы автоматического управления. 2. Обмен информацией о процессе с контроллером. 3. Разработка программы тестового контроля. 4. Создание протокола обмена OPC.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная схема автоматизированной системы. 2. блок-схема автоматизации.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Консультант	Цавнин Алексей Владимирович, к.т.н., ассистент, ОАР ИШИТР
Финансовый менеджмент	Былкова Татьяна васильевна, доцент ОСГН ШБИП
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна, старший преподаватель ООД ШБИП
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.02.2022
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Консультант, ОАР ИШИТР	Цавнин Алексей Владимирович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Цяо Иньюань		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа		ФИО	
158Т82		Цяо Иньсюань	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

Тема ВКР:

Разработка графических интерфейсов для MATLAB	
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	-Контроллер ПЛК -11361 руб; -провод-800 руб; -преобразователь-1000 руб - тариф на электроэнергию – 5,748 руб./кВт*ч.
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- накладные расходы 16%;
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- Действующие ставки единого социального налога и НДС, ставка дисконтирования = 0,1 (см. МУ)
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Расчет инновационного потенциала НТИ	- SWOT-анализ; - Анализ конкурентных технических решений
2. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	- расчет материальных затрат; - расчет основной и дополнительной заработной платы; - расчет отчислений во внебюджетные фонды; - расчет бюджета проекта.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Матрица SWOT 2. График проведения НТИ	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Цяо Иньсюань		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
158Т82		Цзя Иньсюань	
Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Разработка графических интерфейсов для MATLAB	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение	<p>Объект исследования: Ознакомиться с приложением Matlab AppDesigner.</p> <p>Область применения: Автоматизированная система управления процессом атмосферной перегонки нефти.</p> <p>Рабочая зона: офис/лаборатория/производственное.</p> <p>Размеры помещения (климатическая зона*): 2*3 м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: компьютер, контроллер plc, переключатель, провод.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: Обнаружение данных параметров ПЛК во время работы программного обеспечения.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации:	<p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда.</p> <p>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022).</p>
2. Производственная безопасность при эксплуатации:	<p>Опасные факторы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физическое воздействие электричества на организм при контакте с ним оператора. 2. Короткое замыкание 3. Статическое электричество <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень вибрации; 3. Повышенный уровень шума; 4. Отсутствие или недостаток необходимого освещения; 5. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; 6. Монотонность труда, вызывающая монотонию; 7. Длительное сосредоточенное наблюдение. <p>Требуемые средства коллективной и</p>

	индивидуальной защиты от выявленных факторов: Используйте защитную одежду, виброизолирующие перчатки, рукавицы, виброизолирующую обувь, беруши, наушники, защитные щитки.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	Воздействие на селитебную зону: отсутствует. Воздействие на литосферу: в виде отходов, возникших при поломке персонального компьютера, люминесцентных ламп и других электроприборов. Также стоит учесть отходы макулатуры. Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала. Воздействие на атмосферу: отсутствует.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:	Возможные ЧС: Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.); Наиболее типичная ЧС: вследствие короткого замыкания.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Т82	Цяо Иньсюань		

Реферат

Пояснительная записка содержит 61 страниц машинописного текста, 19 рисунка, 20 таблиц, 13 источников литературы.

Ключевые слова: Matlab AppDesigner, АСУ ТП, графический интерфейс пользователя (GUI), протокол связи OPC, обмен информацией о процессе, PLC.

Целью данной работы была разработка графического интерфейса для управления технологическим процессом в Matlab.

Объект исследования: Разработка графических интерфейсов.

Предмет исследования: Разработка интерфейсов систем управления технологическими процессами.

В задачи исследования входят:

- 1) Разработка графического интерфейса пользователя (GUI) в Matlab AppDesigner на основе технологической схемы системы автоматического управления;
- 2) Обмен информацией о процессе с контроллером;
- 3) Разработка программы тестового контроля;
- 4) Создание протокола обмена OPC.

АСУТП разработана в среде Matlab Simulink с помощью пакета программ Matlab Appdesigner. Созданная модель описывает испарение влаги из органических отходов нефтедобычи. Эта модель дает возможность провести исследование безопасности для получения информации о разрабатываемой системе.

В данной работе представлена разработка моделирования и имитационная модель АСУ ТП, что позволяет сократить время простоя оборудования, снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций на производственной площадке, а также повысить безопасность и

профессионализм операторов, находящихся в условиях Крайнего Севера Нефтяная промышленность региона, а также как и другие недоступные районы, является важным аспектом. Потенциальными потребителями результатов являются коммерческие организации нефтегазовой отрасли, особенно нефтедобывающие компании, имеющие буровые площадки, в большинстве своем расположенные в труднодоступных для сбора и обслуживания местностях.

Определения и обозначения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями.

автоматизированная система (АС): Это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком–оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации;

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) : группа решений технических и программных средств, предназначенных для автоматизации управления Технологическим процессом. Может иметь связь с более общей автоматизированной системой управления предприятием[1] (АСУП). Под АСУ ТП обычно понимается целостное решение, обеспечивающее автоматизацию технологических процессов. Частным случаем может быть автоматизация на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённое изделие. АСУ ТП как и технологический процесс не привязаны к производству каких либо изделий и могут представлять собой представление услуги, к примеру Технологический процесс подготовки воздуха в здании, Технологический процесс очистки воды или сточных вод.

программируемый логический контроллер (ПЛК):

Специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода–вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени;

диспетчерский пункт (ДП): Центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производств.

Сокращения

КТС – комплекс технических средств;

ПО – программное обеспечение;

АСУ – автоматизированная система управления;

РУ – распределительное устройство;

ДНС – дожимная насосная станция;

ТС – телесигнализации;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ОР – основной резервуар;

БК – бак конденсата;

ИМ – исполнительный механизм.

Оглавление

Введение.....	16
1 .Создание простого приложения в среде GUIDE	17
1.1Способ построения GUIDE.....	17
1.2 Создание приложений	19
2. Обмен информацией о процессе	24
2.1 Разработать тестовую управляющую программу на CodeSys	24
2.12 Введение в операционную систему CODESYS.....	24
2.2 Описание создания и работы проекта CoDeSys	25
2.3 настроить протокол обмена	31
3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	36
3.1Оценка коммерческого потенциала и перспектив исследования	36
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	38
3.3Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	43
3.4Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	46
4.Социальная ответственность	48
4.1Введение.....	48
4.2Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	48
4.3Производственная безопасность	49
4.4 Экологическая безопасность	55
Заключение	59
Список используемых источников.....	60

Введение

Одним из неотъемлемых компонентов любой автоматизированной системы управления технологическим процессом является операторский графический интерфейс. Для решения подобных задач используются различные программные и аппаратные средства, в том числе операторские панели промышленного исполнения, пакеты SCADA-систем или самостоятельно разработанные десктоп-приложения. Для задач учебного, исследовательского или экспериментального характера зачастую для работы с процессом применяется пакет прикладных программ Matlab для задач моделирования, верификации и синтеза регуляторов. Для формирования полноценного программного решения пользователю удобнее иметь графический операторский интерфейс на той же самой базе. В связи с этим, основной целью работы является разработка на Matlab графического интерфейса для управления процессом.

Для полноценного тестирования разрабатываемых программ управления необходима замена технологического процесса (объекта автоматизации) его адекватной моделью. MATLAB Simulink является мощным инструментом для исследования и моделирования сложных динамических систем, следовательно, с его помощью можно имитировать реальный процесс либо производство. Поэтому особенно интересным является вопрос об осуществлении связи между Simulink и программами пользователя (в частности, загруженной в ПЛК программой) одновременно с моделированием процесса в реальном времени. Кроме того, при отсутствии разработанного HMI-интерфейса Simulink позволяет реализовать все его функции.

1 .Создание простого приложения в среде GUIDE

1.1Способ построения GUIDE

Пользовательский интерфейс программы - это инструмент, с помощью которого пользователь взаимодействует с компьютерной программой.

Графический интерфейс пользователя (GUI), также известный как приложение, обеспечивает управление программным приложением с помощью точек и щелчков мыши, устраняя необходимость изучения языка или ввода команд для запуска приложения. В MATLAB существует три основных способа построения графических интерфейсов для создания приложений в MATLAB.

- Преобразование скриптов в простые приложения: эту опцию можно выбрать, если вы хотите поделиться скриптами со студентами или коллегами и позволить им изменять переменные с помощью интерактивных элементов управления.
- Создавать приложения интерактивно: эту опцию можно выбрать, если вы хотите строить пользовательские интерфейсы, создавая более сложные приложения с помощью среды перетаскивания.
- Создать приложение программно: эту опцию можно выбрать, если вы хотите создать пользовательский интерфейс приложения путем написания собственного кода.

На этот раз я решил использовать метод создания приложения в интерактивном режиме, поскольку так легче управлять кодом GUI (лучше структура кода, легче создавать новые элементы, удалять старые и т.д.) У интерфейса нет ни отдельного файла `fig`, ни отдельного `m`-файла программы (поскольку любое обновление файла `fig` в руководстве потребует соответствующего обновления `m`-файла и может привести к нежелательным последствиям).

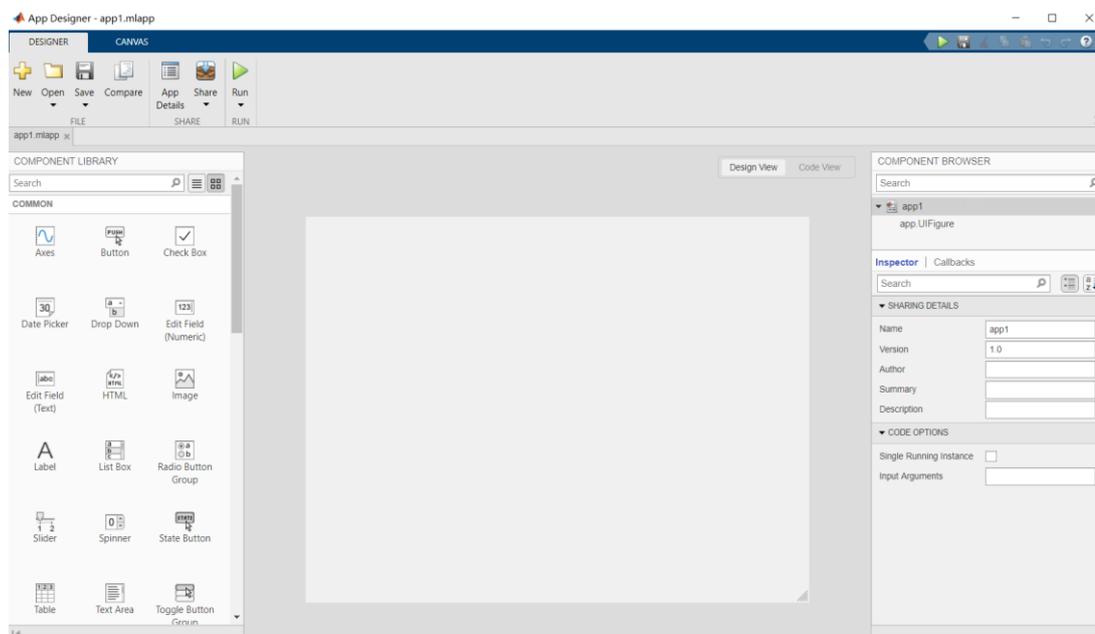


Рисунок 1- App designer проектирование интерфейса

App Designer - это интерактивная среда, объединяющая две основные задачи создания приложений: компоновку визуальных компонентов и программирование поведения приложения. Он позволяет быстро переключаться между визуальным проектированием на холсте и разработкой кода в редакторе MATLAB.

GUIDE - это прежде всего набор инструментов для проектирования интерфейса, в котором MATLAB интегрирует все пользовательские элементы управления, поддерживаемые графическим интерфейсом, в среду и предоставляет методы для настройки внешнего вида, свойств и поведения интерфейса отзывчивым образом. Основная функция MATLAB - научные вычисления, и проектирование интерфейса является одной из основных задач MATLAB: Объект управления пользовательским интерфейсом (uicontrol), объект выпадающего меню (uimenu) и объект меню на основе содержимого (uicontextmenu). Среди них объект uicontrol может создавать кнопки, поля списков, поля редактирования и другие объекты GUI (аналогично всплывающим меню в программах программирования, таких как Visual C++) [2].

В пользовательском интерфейсе GUI, когда пользователь управляет виджетом, необходимо, чтобы другие виджеты реагировали или могли активировать другие действия. В большинстве инструментов графического интерфейса это достигается с помощью механизма обратного вызова. Обратный вызов означает, что процессу передается указатель на функцию обратного вызова, и когда процесс выполняется, функция обратного вызова вызывается обратно для активации других процессов.

1.2 Создание приложений

Макетирование пользовательского интерфейса в интегрированной среде и написание кода для поведения приложения.

1.21 Проектирование пользовательского интерфейса

Инструмент проектирования приложений автоматически генерирует объектно-ориентированный код для задания макета и дизайна приложения. Проектирование и разработка Для проектирования графического пользовательского интерфейса в Matlab имеется специальный пакет, называемый AppDesigner, который будет использоваться в качестве основного инструмента. Команды управления, инструкции, показания измерений и уставки генерируются для процесса, показанного на рисунке 2.

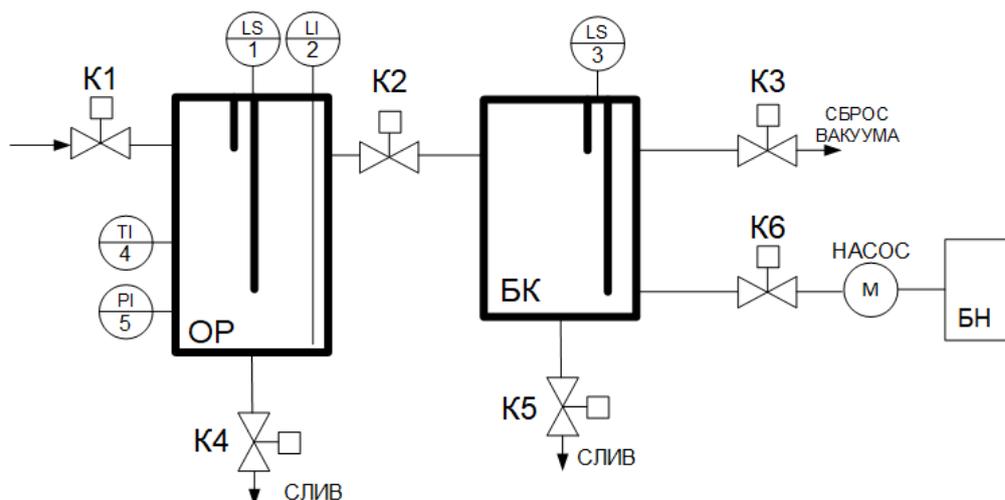


Рисунок 2- Показана часть АСУТП

На рисунке 2 показана часть АСУТП для выпаривания воды из органических отходов нефтедобычи. Задача данной части системы обеспечить за счет вакуума снижение точки кипения воды для упрощения ее выпаривания.

На рисунке ОР – основной резервуар, БК-бак конденсата, БН – бак насоса. К1 – К6 – отсечные клапаны. В резервуарах ОР и БК расположены кондуктометрические сигнализаторы верхнего и нижнего уровней (LS) для защиты от переполнения и опустошения. В ОР также расположен измеритель уровня (LI), а также датчики температуры (TI) и давления (PI). Сначала при открытии клапана К1 в ОР заливается сырье до заданного уровня после чего клапан К1 закрывается. Затем, открывается клапан К2 и К6 и включается насос, который откачивает воздух из резервуаров. Клапаны К1, К3, К4, К5 в это время закрыты. После достижения в ОР давления близкого к 0, клапан К6 закрывается, насос отключается и далее, за счет работающих в параллель тепловых установок (на схеме не указаны) осуществляется процедура испарения влаги, которая далее в жидком виде оседает в БК. При повышении давления (снижении вакуума) насос снова включается и открывается клапан К6 для приведения вакуума к требуемому значению. Как только процедура испарения будет завершена, например, при максимальном уровне в БК, открывается клапан К3, который стравливает вакуум из ОР и БК и далее происходит слив жидкости из БК и, при необходимости, выгрузка остатков сырья из ОР. Далее, процедура повторяется в непрерывном режиме с пополнением сырья.

Система состоит из основного резервуара для воды (PR), резервуара для конденсата (BC), запорных клапанов К1-К6 и насоса с резервуаром для воды. Схема также включает в себя сигнализацию проводимости (LS), уровня жидкости (LI), давления (PI) и температуры (TI). Логика управления реализована для ПЛК с помощью CODESYS 3.5.

Чтобы сформировать полноценное программное решение, удобно предоставить пользователю графический интерфейс на той же основе. Поэтому основной целью данной работы была разработка графического интерфейса для управления процессом в Matlab. Как показано на рис 3.

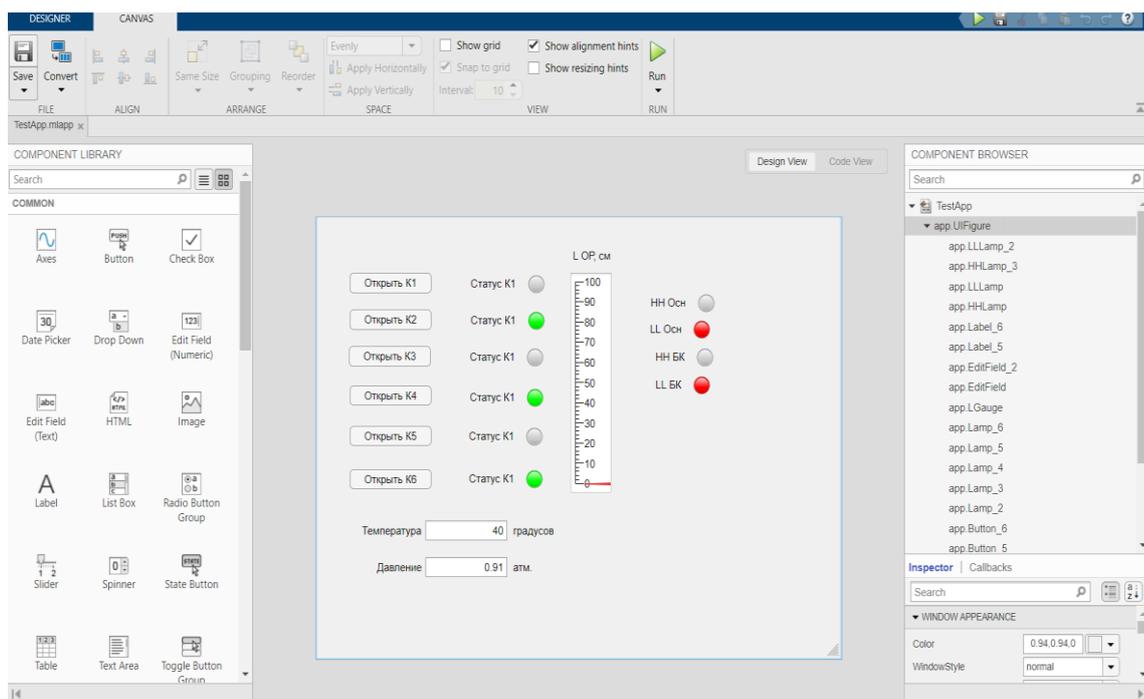


Рисунок 3 - Графический интерфейс для управления процессом ручного управления

1.22 Взаимодействие компонентов

Добавление обратных вызовов компонентов и пользовательских взаимодействий с мышью и клавиатурой, чтобы повысить интерактивность элемента управления, добавляются так называемые функции обратного вызова [3] или обработчики событий, в данном случае щелчков мыши, которые могут быть запрограммированы самим разработчиком. На рисунке 4 показана общая картина этих форматов функций.

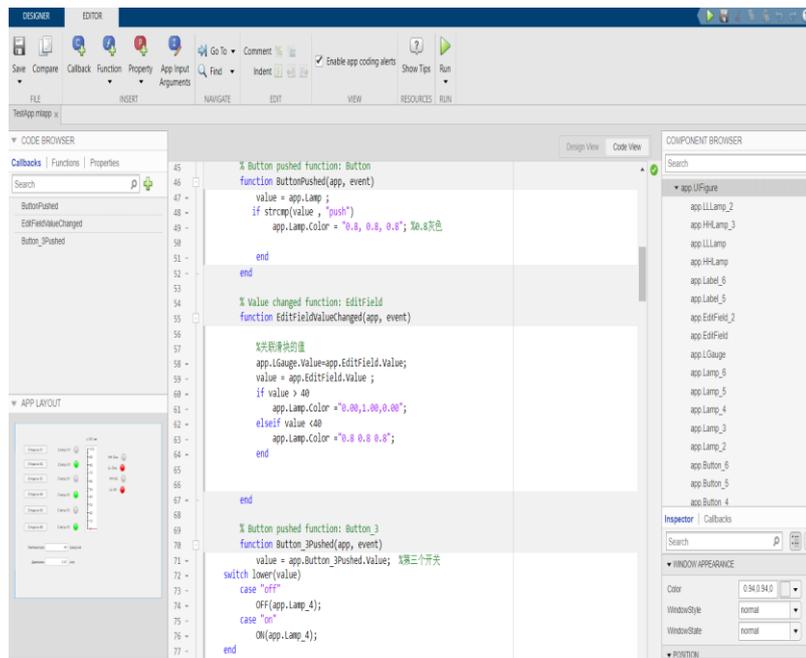


Рисунок 4- Код функции обратного вызова

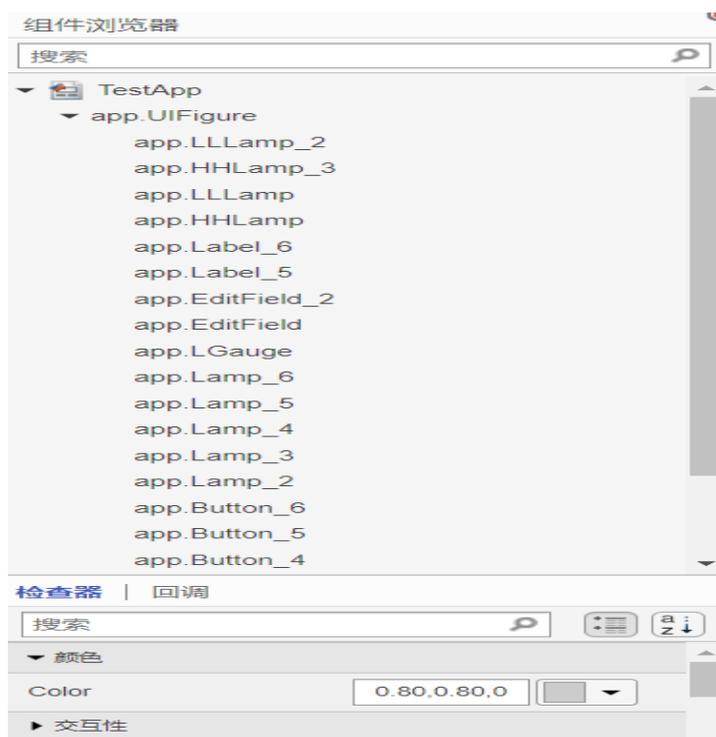


Рисунок 5- Компонентная колонка

Контекстное меню - щелкните правой кнопкой мыши на компоненте в списке, чтобы отобразить контекстное меню, содержащее опции для удаления или переименования компонентов, добавления обратных вызовов или отображения справки. Выберите опцию Включить метки компонентов в

обозревателе компонент, чтобы отобразить сгруппированные метки компонент.

Строка поиска - Быстрое нахождение компонента путем ввода названия детали в строку поиска.

Вкладка Компонент - Используйте эту вкладку для просмотра или изменения значений свойств выбранного в данный момент компонента. Свойства также можно искать, набрав часть названия в строке поиска в верхней части этой вкладки.

Вкладка Callbacks - используйте эту вкладку для управления обратными вызовами для выбранного компонента.

В редакторе представления кода некоторые части кода можно редактировать, а некоторые - нет. Не редактируемые части создаются и управляются инструментом App Design, а редактируемые части включают в себя:

- Тело определенных функций (например, обратные вызовы и вспомогательные функции)
- Пользовательские определения свойств

В цветовой схеме по умолчанию не редактируемые части кода отображаются серым цветом, а редактируемые - белым. Например, рисунке 6.

```
HNLamp_3      matlab.ui.control.Lamp
LLLamp_2Label matlab.ui.control.Label
LLLamp_2      matlab.ui.control.Lamp
end

% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)

% Button pushed function: Button
function ButtonPushed(app, event)
    value = app.Lamp ;
    if strcmp(value, "push")
        app.Lamp.Color = "0.8, 0.8, 0.8"; %0.8灰色
    end
end

% Value changed function: EditField
function EditFieldValueChanged(app, event)
```

Рисунок 6 - Редактируемые и не редактируемые части кода

2. Обмен информацией о процессе

2.1 Разработать тестовую управляющую программу на CodeSys

С момента своего появления ПЛК широко используется в промышленном управлении и других отраслях благодаря своей высокой надежности, высокой помехозащищенности, специализированной и модульной конструкции и пригодности для работы в жестких условиях. С быстрым развитием компьютерных технологий, мягкий ПЛК на базе ПК с его открытой аппаратной и программной структурой и другими преимуществами. Однако мягкие ПЛК на базе ПК имеют такие недостатки, как низкая производительность в реальном времени и высокая стоимость производства. В последние годы Встраиваемые системы, обладающие уникальными преимуществами: низкой стоимостью, низким энергопотреблением, высоким реальным временем и т.д., все чаще используются в области промышленного управления. Сочетание встраиваемой системы и мягкого ПЛК стало тенденцией в развитии сферы промышленного управления.

Модель встраиваемой системы мягкого ПЛК состоит из двух частей: системы разработки и операционной системы. В системе разработки используется интегрированная среда разработки, предоставляемая компанией CoDeSys, которая работает на платформе Windows и предоставляет пользователю среду редактирования приложений ПЛК. Система исполнения работает на встраиваемой системе на базе процессора Cortex-M3 и взаимодействует со средой разработки CoDeSys через последовательный интерфейс связи, в который загружается отлаженная программа ПЛК.

2.12 Введение в операционную систему CODESYS

Операционную систему CODESYS можно разделить на: компонент управления компонентами, системный компонент, компонент коммуникационного стека, компонент управления приложениями и компонент ядра. Ниже подробно описано, как работает каждый компонент:

1) Управление компонентами Компоненты

Это основной компонент, который должен присутствовать в работающей системе. Этот компонент загружает и инициализирует другие компоненты и позволяет компонентам вызывать друг друга.

2) Компоненты системы

Этот компонент является вторым после компонента управления компонентами и содержит подкомпоненты, которые вместе образуют уровень абстракции для аппаратного обеспечения и операционной системы. Конечно, этот компонент также имеет самый непосредственный контакт с аппаратным обеспечением.

3) Компоненты коммуникационного стека

Основной функцией этого компонента является взаимодействие с клиентами или другими работающими системами, поэтому механизм маршрутизации обеспечивается этим коммуникационным стеком. Связь осуществляется с помощью различных протоколов, таких как UDP, TCP/IP и т.д.

4) Компоненты управления приложениями

Основное назначение этого компонента - выполнение, отладка и мониторинг приложений ИЕС.

5) Компоненты ядра

Остальные функции работающей системы обеспечиваются этим компонентом. Например, он настраивает системные функции, регистрирует рабочее состояние системы и т.д. Управление памятью и обработка событий - два дополнительных компонента ядра.

Текстовые языки, которые определяют два текстовых языка программирования: Список инструкций (IL) и Структурированный текст (ST), которые определяют их синтаксис и семантику соответственно.

2.2 Описание создания и работы проекта CoDeSys

Следующие инструкции описывают, как создать простой проект, содержащий программу ПЛК, и как загрузить эту программу в ПЛК (целевое устройство) через Gateway Server, запустить и контролировать эту программу

Система реального времени ПЛК для этого примера проекта предоставляется по умолчанию в программе установки CoDeSys.

1) ерите команду New Project в меню File, чтобы создать новый проект, как показано на рисунке.

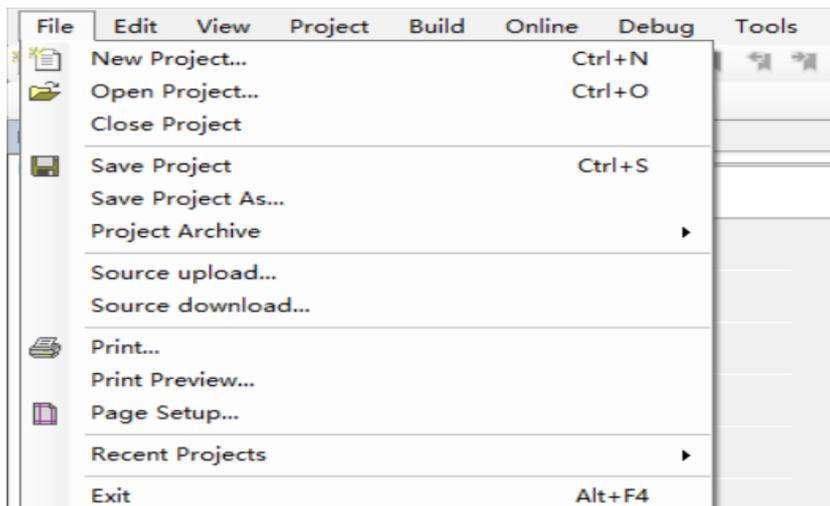


Рисунок 7 - Создание нового проекта

2)В области шаблонов диалогового окна New Project выберите Standard Project и введите имя и локальный путь для файла проекта, нажмите ОК и откроется диалоговое окно мастера, как показано на рисунке:

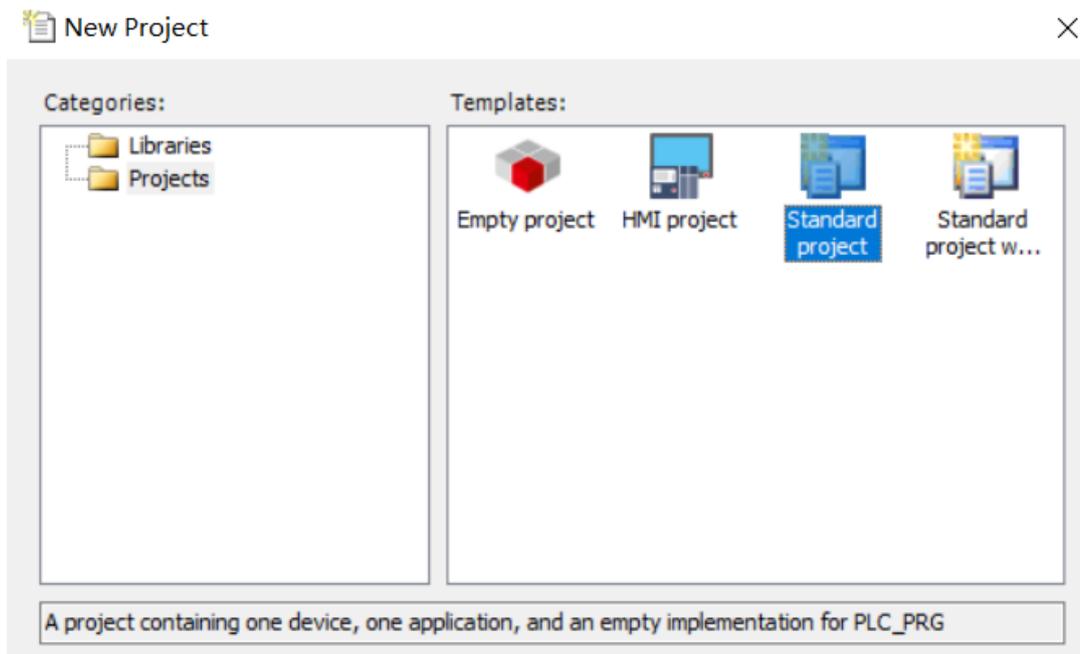


Рисунок 8 - Просмотр выбора инженерного шаблона

3) Выберите "CoDeSys SP Win V3 (3S-Smart Software Solutions GmbH)" и для PLC_PRG выберите "Structured Text (ST)" в качестве языка программирования. Нажмите "ОК", чтобы сохранить конфигурацию, как показано на рисунке.

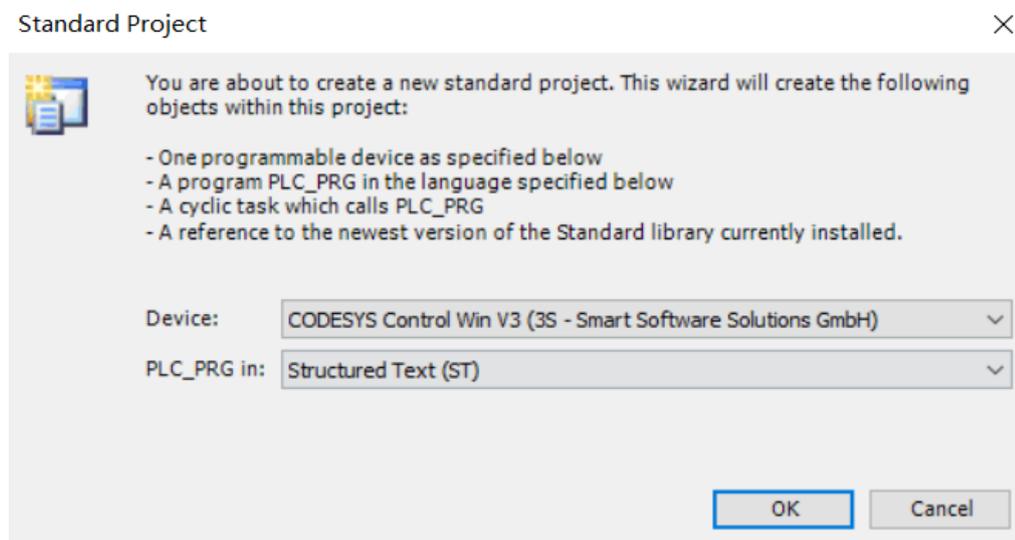


Рисунок 9 - Выбор вида устройства и типа языка

4) Окно ROU содержит настройки проекта, как показано на рисунке.

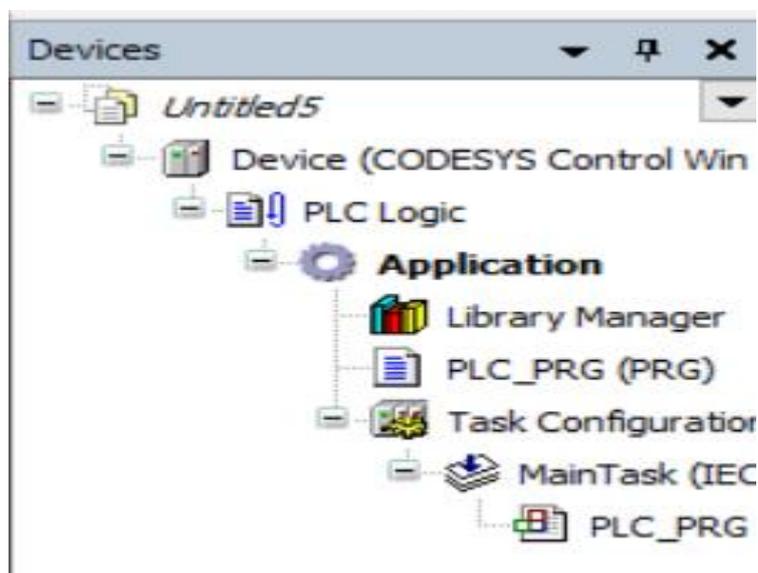


Рисунок 10 - Оконный вид

5) Написание программ для ПЛК. Выбранный нами язык программирования - ST, структурированный текст (ST) - это текстовый язык высокого уровня, который можно использовать для описания поведения функций, функциональных блоков и программ, а также для описания поведения

шагов, действий и переходов в последовательных функциональных блок-схемах. Структурированный текст (ST) идеально подходит для приложений со сложными арифметическими вычислениями. Редактор языка ST содержит секцию декларации (верхняя часть) и секцию реализации (нижняя часть), разделенные регулируемым делителем.

Мы объявляем переменные в верхней части с помощью следующего кода:

```
PROGRAM PLC_PRG
```

```
VAR
```

```
k1:BOOL;
```

```
k2:BOOL;
```

```
k3:BOOL;
```

```
k4:BOOL;
```

```
k5:BOOL;
```

```
k6:BOOL;
```

Напишите программу в нижней части со следующим кодом:

```
IF k1_open_flag THEN
```

```
k1:=TRUE;
```

```
END_IF
```

```
IF k1_close_flag THEN
```

```
k1:=FALSE;
```

```
END_IF
```

```
IF k2_open_flag THEN
```

```
k2:=TRUE;
```

```
END_IF
```

```
IF k2_close_flag THEN
```

```
k2:=FALSE;
```

```
END_IF
```

```
IF k3_open_fiag THEN
k3:=TRUE;
END_IF
IF k3_close_fiag THEN
k3:=FALSE;
END_IF
IF k4_open_fiag THEN
k4:=TRUE;
END_IF
IF k4_close_fiag THEN
k4:=FALSE;
END_IF
IF k5_open_fiag THEN
k5:=TRUE;
END_IF
IF k5_close_fiag THEN
k5:=FALSE;
END_IF
IF k6_open_fiag THEN
k6:=TRUE;
END_IF
IF k6_close_fiag THEN
k6:=FALSE;
END_IF
```

6) Запуск сервера шлюза и ПЛК

Запуск сервера шлюза: Сервер шлюза запускается автоматически как служебная программа при запуске системы. Проверьте, есть ли в системном трее значок (красный), указывающий на то, что сервер шлюза запущен. Если значок (серый), то сервер шлюза в настоящее время не запущен.

ПЛК (CoDeSys SP Win V3) запускается автоматически как сервисная программа при запуске системы. Значок отображается в системном трее (серый) для состояния "остановлено", в противном случае - "запущено". Если система позволяет, сервисная программа ПЛК будет запущена автоматически при запуске системы. В противном случае необходимо запустить службу вручную, выбрав команду "Запустить PLC" в меню правой кнопки мыши на значке.

7) Настройка параметров связи

Дважды щелкните на Device (CoDeSys SP Win V3) в окне просмотра устройства, чтобы открыть поддиалог настроек связи для установки соединения между ПЛК (целевым, устройством) и системой программирования. Соединение будет введено в следующей строке "Выберите сетевой путь для контроллера". Сервисная программа предоставляется установщиком CoDeSys. Нажмите на кнопку "Добавить шлюз", чтобы открыть диалог шлюза, как показано на рисунке:

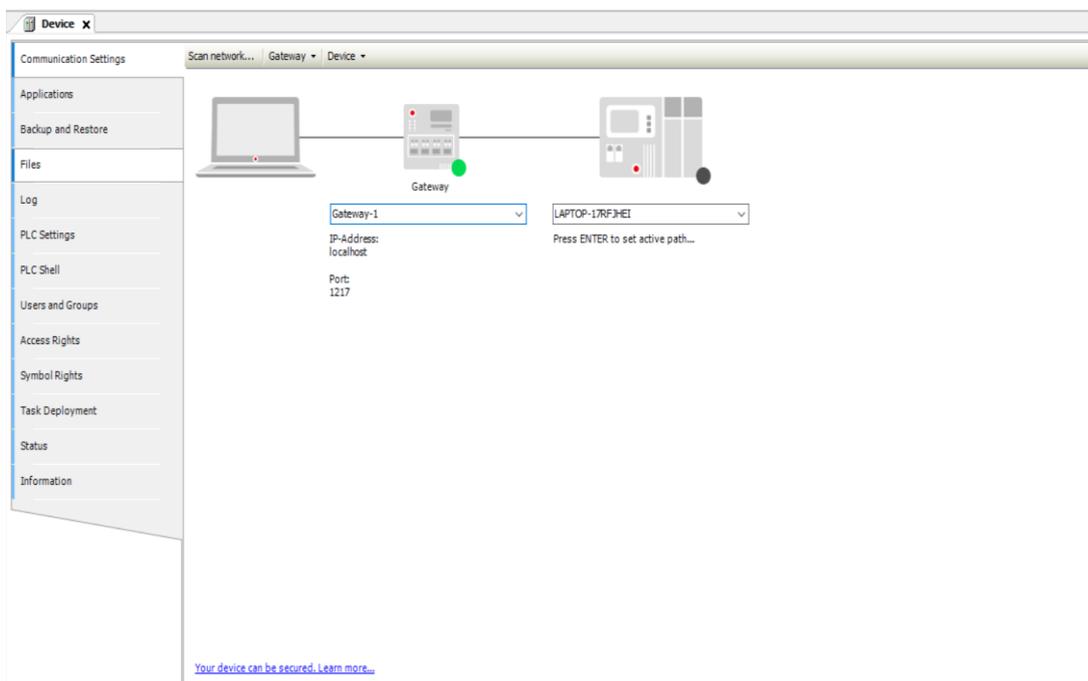


Рисунок 11 - Выберите сетевой путь

Введите имя шлюза, выберите "TCP/IP" для драйвера, установите IP-адрес "localhost" (дважды щелкните по соответствующей колонке, чтобы

открыть окно редактирования) и оставьте порт не установленным, нажмите "ОК", чтобы закрыть диалоговое окно. Нажмите на кнопку "Сканировать сеть" для поиска доступных устройств в локальной сети.

8) Компиляция и загрузка приложения в ПЛК

Команда "Скомпилировать приложение" или, если нет синтаксических ошибок, команда "Войти в приложение" из интерактивного меню. Если параметры связи были настроены, как описано в шаге 7, появится следующее сообщение (в противном случае вам будет предложено исправить параметры связи): "На целевом устройстве нет приложения, хотите ли вы создать и продолжить загрузку?". Нажмите "Да", чтобы начать компиляцию и загрузку приложения. В информационном окне отображается информация о компиляции. Если проект был создан правильно, ошибок компиляции не возникнет, и приложение будет запущено.

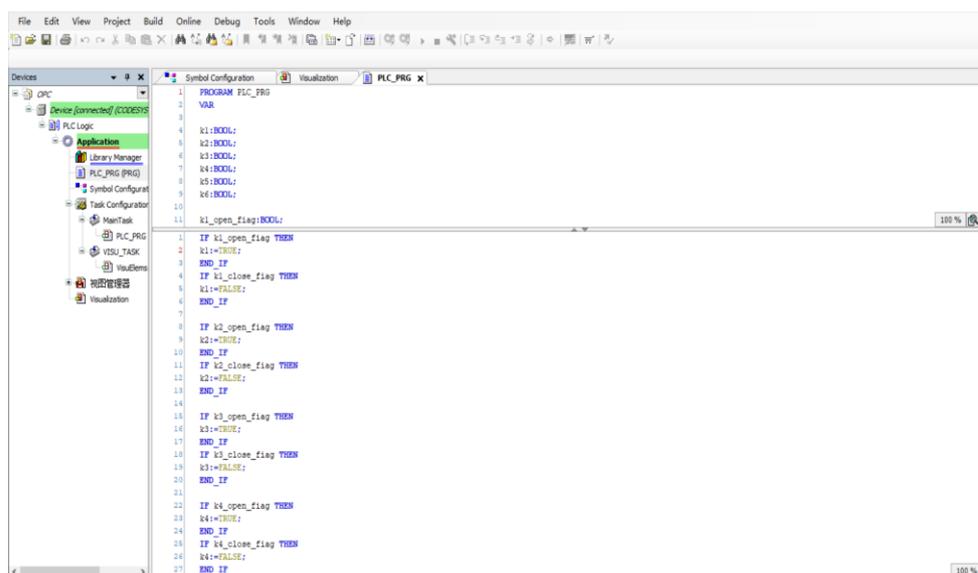


Рисунок 12 - Статус запуска

2.3 настроить протокол обмена

Первой задачей является обеспечение связи Matlab, где будет осуществляться разработка интерфейса, и контроллером. В качестве механизма передачи технологической информации выбран OPC.

В настоящее время основным стандартом межпрограммного обмена данными в сфере промышленной автоматизации, безусловно, является OPC (OLE for Process Control). OPC – набор повсеместно принятых спецификаций, предоставляющих универсальный механизм обмена данными в системах контроля и управления. OPC-технология обеспечивает независимость потребителей от наличия или отсутствия драйверов или протоколов, что позволяет выбирать оборудование и программное обеспечение, наиболее полно отвечающие реальным потребностям приложения. [4]

Демонстрирует, как настроить связь между моделями MatLab Simulink и проектами CoDeSys с использованием технологии OPC. Это будет очень полезно для тех, кто хочет проверить свои алгоритмы управления на реальном контроллере и на модели объекта управления в Simulink. Это будет самое близкое к полевым испытаниям.

Для связи в среде разработки создается «Символьная конфигурация»[5] в которой указываются пространства имен, из которого будет осуществляться импорт переменных (рис.13)и далее настройка непосредственно клиент-серверного взаимодействия по OPC (рис. 14).

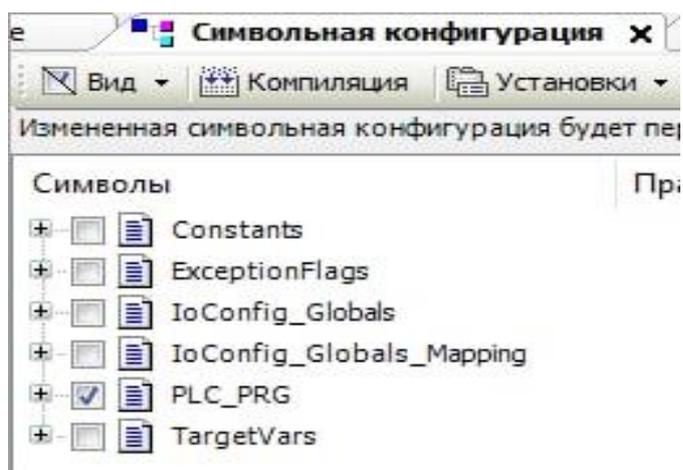


Рисунок 13 - мвольная конфигурация CODESYS

В общем случае OPC-сервер может быть запущен как компонент любой из трех программ (имитационного моделирования, контроллера или SCADA-системы) или быть внешним по отношению к ним. В системе может

быть задействовано и более одного сервера. Каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки.

В прототипе используется OPC-сервер CoDeSys, связанный с контроллером CoDeSys SP PLCWinNT через «общий» шлюз типа TCP/IP. Список переменных для обмена формируется в контроллере.

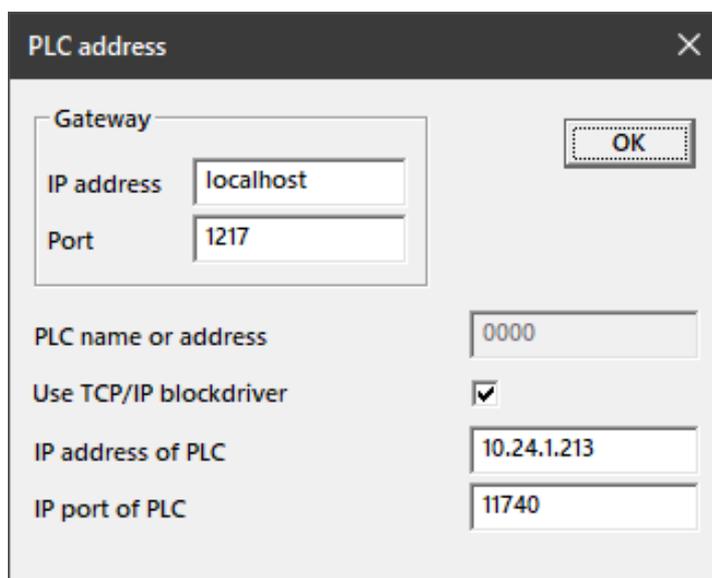


Рисунок 14 - Настройка соединения по OPC

Заключительным этапом на шаге обмена данными является настройка OPC на стороне Matlab. Для передачи данных применяется специальная группа блоков, представленная на рисунке 15.

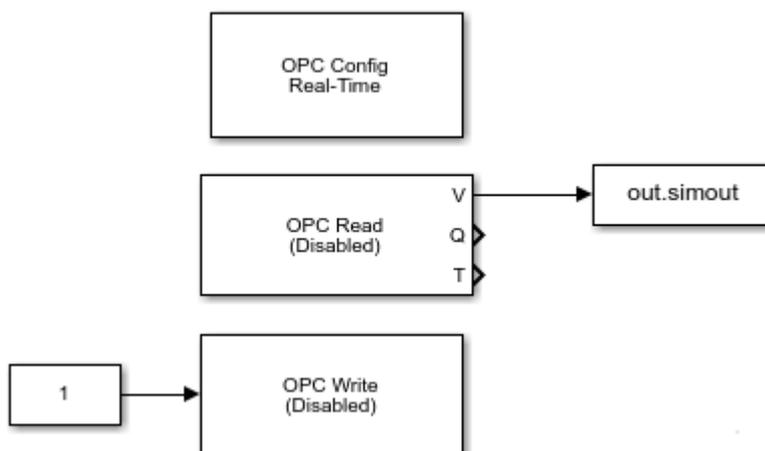


Рисунок 15 - Блоки для обмена данными по OPC

Одним из важных этапов проектирования АСУ является разработка математических моделей объектов управления. Для разработки имитационных

моделей объектов используется пакет Simulink, интегрированный в MATLAB [6] simulink - это графическая среда моделирования, которая позволяет строить динамические модели, включая дискретные, непрерывные и гибкие, нелинейные и прерывные системы, из направленных блок-схем. На рисунке 15 показана простая модель Simulink с конфигурацией OPC, блоками чтения и записи OPC, способными обмениваться данными с OPC-сервером CoDeSys.

Проверим параметры конфигурации, в качестве контроллера используем приложение CODESYS SoftMotion Win V3, скачайте код [здесь](#) и введите адрес контроллера, к которому мы подключаемся. Затем установите приложение и проверьте, был ли он помечен как загружаемый файл.

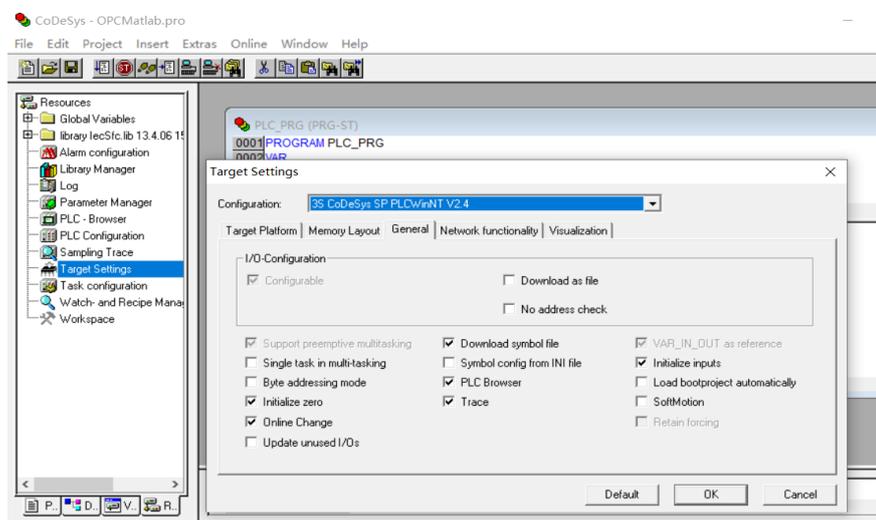


Рисунок 16 - Проверка параметров конфигурации

После создания всех необходимых блоков OPC чтения и OPC записи утилиту orctool можно закрыть (с сохранением или без сохранения конфигурации). После подключения интерфейсного блока к расчетной секции запустите модель на выполнение, установив время расчета на достаточную величину (500 - 1000 с). Блок конфигурации OPC будет создан автоматически.

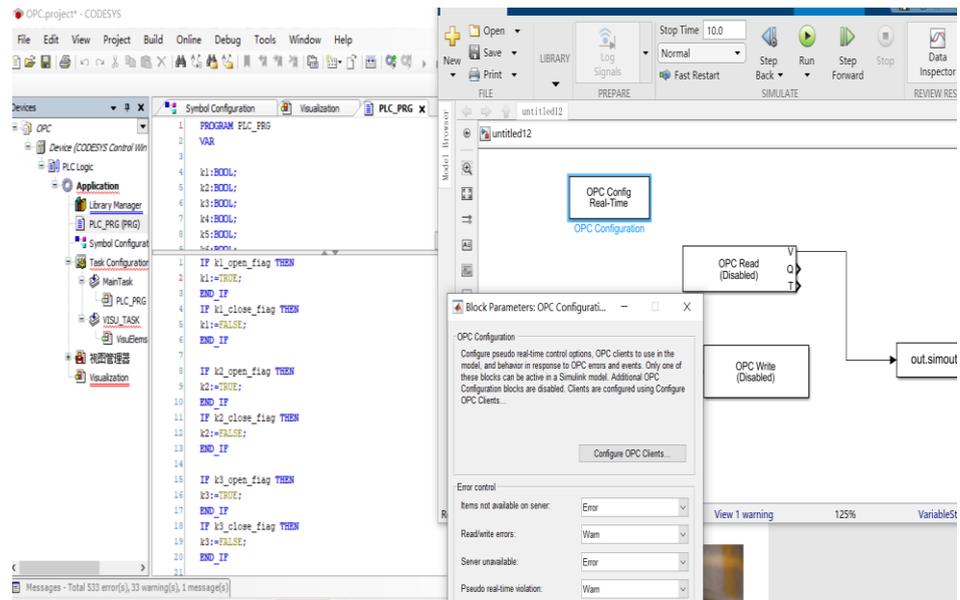


Рисунок 17 - Создание OPC-соединений

Войдите в загруженный файл и подключитесь через связь. После запуска модели вы можете получить сообщение об ошибке. В большинстве случаев ошибка связана либо с отсутствием связи (OPC-сервер не запущен, запустите программу контроллера на выполнение), либо с несоответствием типа данных (настройте блок OPC Read, указав тип данных двойной точности, кроме того, полезно отключить "ненужный" вывод блока)

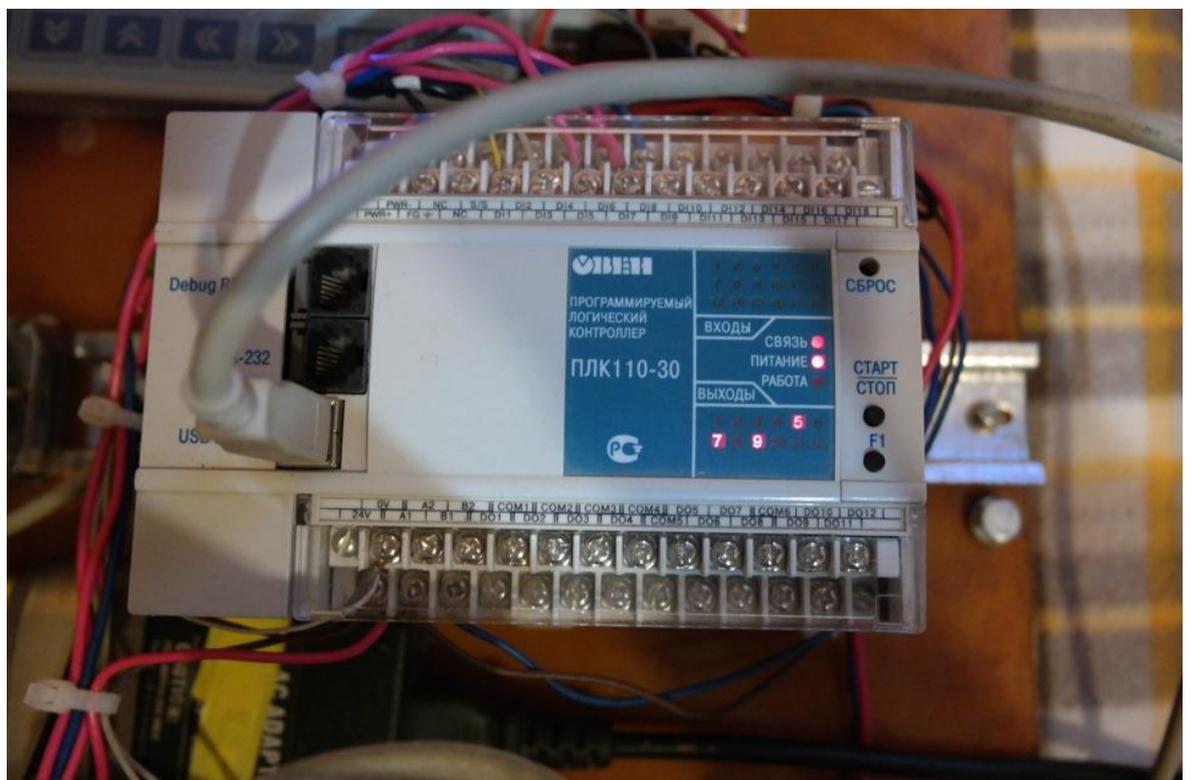


Рисунок 18 - Рабочее состояние ПЛК

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспектив исследования

В настоящее время большое количество проектных агентств занимается разработкой автоматизированных систем управления технологическими процессами, промышленных панелей оператора, программных пакетов SCADA или самостоятельно разработанных настольных приложений. и их внедрение в производство.

Оценка конкурентоспособности технологических решений представлена в таблице 8, где

- Бк1 – Объединение предприятий ГК «Росатом» технологическая компания по разработке автоматизированных систем управления технологическими процессами;
- Бк2 – Компания Автономные Технологии;
- Бф – разработанная автоматизированная система.

Таблица 8 – Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Надежность аппаратной части	0,12	4	3	3	0,48	0,36	0,36
Удобство в эксплуатации	0,15	4	5	5	0,6	0,75	0,75
Простота устройства системы	0,08	5	4	3	0,4	0,32	0,24
Эффективность системы	0,12	4	4	4	0,48	0,48	0,48

Продолжение таблицы 8 – Оценочная карта

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Минимизация производственных ошибок	0,04	4	4	5	0,16	0,16	0,2
Учет погрешностей среды	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
Ориентация на отечественные стандарты	0,04	5	3	4	0,2	0,12	0,16
Помехоустойчивость	0,04	3	5	5	0,12	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Послепроектное сопровождение	0,08	3	5	5	0,24	0,4	0,4
Затраты на реализацию системы	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
Конкурентоспособность	0,04	4	5	5	0,16	0,2	0,12
Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	5	3	3	0,32	0,4	0,24
Итого	1				4,31	4,31	4,15

Матрица SWOT анализа представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Матрица SWOT анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: S1. Широкие возможности по расширению системы; S2. Более низкая стоимость; S3. Новизна и уникальность проекта; S4. Возможность исследования множества факторов производственного процесса; S5. Удобство управления системой.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: W1. Несоответствие новейшим технологиям построения систем сбора и передачи информации; W2. Большой срок поставок оборудования. W3. Возникновение помех при передаче данных.
Возможности: O1. Применение в новых отраслях; O2. Использование существующего ПО; O3. Модернизация действующей работы кустовых площадок.	Использование существующего ПО предполагает меньшую стоимость системы, при этом удобство управления системой позволяет увеличить конкуренцию на рынке автоматизированных систем.	Следование новейшим технологиям построения систем реализуется модернизацию действующих автоматизированных систем.

Продолжение таблицы 9

Угрозы: Т1. Развитая конкуренция; Т2. Невостребованность в системе из-за необходимости замены действующего оборудования;	Возможные потребители имеют низкое желание внедрения новых технологий, однако экономичность проекта и научная новизна поможет решить данную проблему	Из-за необходимости в замене оборудования на предложенное предприятия могут отказаться в использовании данной системы телемеханики.
--	--	---

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

Для осуществления разработки, был сформирован ряд работ и назначены исполнители для каждого этапа работы (таблица 10).

Таблица 10 – Этапы НИР и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Р, И
Определение целей, задач, исходных данных	2	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Р
	3	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	И
	4	Определение технологических параметров исследования	Р, И
	5	Определение совокупности исследуемых объектов	Р, И
	6	Описание технологического процесса	И

Продолжение таблицы 10 – Этапы НИР и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Определение целей, задач, исходных данных	7	Подбор средств измерения, контроллерного оборудования и исполнительных механизмов	Р, И
Разработка АСУ	8	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	И
		Разработка математической модели сепаратора	И
	0	Разработка системы транспортировки нефти	И
	11	Моделирование системы транспортировки нефти	И
	12	Расчет параметров некоторых объектов	И
	13	Снятие показаний	Р, И

	14	Разработка схем внешних проводок	Р, И
	15	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	И
	16	Проектирование и создание SCADA-системы	И
Оформление отчета	17	Проверка работы руководителем	Р
	18	Подведение итогов, оформление работы	Р, И

Расчет ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ осуществляется согласно формуле:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (1)$$

где t_{min} – минимально возможная трудоемкость i -ой работы, чел.-дни,
 t_{max} – максимально возможная трудоемкость i -ой работы, чел.-дни.

Далее определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , которая учитывает параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дни,
 $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни,
 $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Расчеты по трудоемкости выполнения работ представлены в таблице 11.
Таблица 11 – 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		$t_{ожi}$, чел-дни					
	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель

1	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
2	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы		2		3		2,4		2,4		3
3	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	7		10		8,2		8,2		8	
4	Определение технологических параметров исследования	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	2	2
5	Определение совокупности исследуемых объектов	2	2	4	4	2,8	2,8	1,4	1,4	2	2
6	Описание технологического процесса	1		2		1,4		1,4		2	
7	Подбор средств измерения, контроллерного оборудования и исполнительных механизмов	8	8	10	10	8,8	8,8	4,4	4,4	5	5

Продолжение таблицы 11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работ в календарных днях, T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни		Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель
	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель				
8	4		8		5,6		5,6		6	
9	6		9		7,2		7,2		8	
10	8		12		9,6		9,6		10	

	системы разделения воды для органических веществ в нефти										
11	Расчет параметров некоторых объектов	6		7		6,4		6,4		7	
12	Снятие показаний	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	1	1
13	Проверка работы руководителем		3		5		3,8		3,8		4
14	Подведение итогов, оформление работы	3	3	5	5	3,8	3,8	1,9	1,9	2	2
15	Составление пояснительной записки	3									
Итого										65	17

Для построения графика, осуществляется перевод длительности каждого из этапов работ из рабочих дней в календарные дни по следующей формуле (3):

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (3)$$

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

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

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле (4):

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22, \quad (4)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году,

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году,

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

Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2022 году 365 календарных дней, из них 66 выходных или праздничных дней, следовательно, $k_{кал} = 1,22$.

Диаграмма Гантта, построенная по рассчитанным показателям, представлена на рисунке 19.

№	Вид работ	Исполнители	Ткi, кал. Дни	Продолжительность выполнения работ														
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Р, И	2	■														
2	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Р	2	■														
3	Подбор и изучение литературы по теме бакалаврской работы	И	7		■	■												
4	Определение технологических параметров исследования	Р,И	4			■												
5	Определение совокупности исследуемых объектов	Р, И	4				■											
6	Описание технологического процесса	И	1					■										
7	Подбор средств измерения, контроллерного оборудования и исполнительных механизмов	И	8					■	■	■								
8	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	И	4							■	■							
9	Разработка математической модели сепаратора	И	6								■	■						
10	Моделирование системы разделения воды для органических веществ в нефти	И	8									■	■	■				
11	Расчет параметров некоторых объектов	И	6											■	■			
12	Снятие показаний	И	1													■		
13	Проверка работы руководителем	Р	3														■	
14	Подведение итогов, оформление работы	Р	3															■

Рисунке 19-Диаграмма Гантта

3.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Общая сумма материальных затрат включает в себя только затраты на канцелярские принадлежности 250 руб. и оплату электроэнергии на сумму 455 рублей. Таким образом, общая сумма материальных затрат составляет 705 руб.

Расчет амортизации персонального компьютера, используемого при написании работы: первоначальная стоимость персонального ПК составляет 40000 рублей; срок полезного использования для офисных машин – 3 года; планируется использовать персональный компьютер для написания ВКР в течение 4 месяцев. Тогда:

норма амортизации вычисляются по формуле (5):

$$A_n = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\%, \quad (5)$$

годовые амортизационные отчисления вычисляются по формуле (6):

$$A_r = 40000 \cdot 0,33 = 13200 \text{руб.}, \quad (6)$$

ежемесячные амортизационные отчисления вычисляются по формуле (7):

$$A_m = \frac{13200}{12} = 1100 \text{руб.}, \quad (7)$$

итоговая сумма амортизации основных средств вычисляются по формуле (18):

$$A = 1100 \cdot 4 = 4400 \text{руб.} \quad (8)$$

В таблице 12 показаны количества календарных, нерабочих и праздничных дней, дней, пришедшихся на потерю рабочего времени и действительный годовой фонд рабочего времени.

Таблица 12 – Баланс рабочего времени (для 6-дневной недели)

Показатели рабочего времени	Дни
Календарные дни	365
Нерабочие дни (праздники/выходные)	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	48
Действительный годовой фонд рабочего времени	251

Количество месяцев работы без отпуска принимается за 10,4 (с учетом длительности отпуска в 48 дней). Тогда, зная месячную заработную плату, можно рассчитать среднедневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн}}^{\text{рук}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{43763,2 \cdot 10,4}{251} = 1813,3 \text{руб.}, \quad (9)$$

$$Z_{\text{дн}}^{\text{студ}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{16463,2 \cdot 10,4}{251} = 682,14 \text{руб.}, \quad (10)$$

Расчет основной заработной платы осуществляется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}}, \quad (11)$$

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

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дни,

$K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент,

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок,

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Результаты соответствующих расчетов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, Руб.	$Z_{\text{дн}}$, Руб.	$T_{\text{р}}$, Раб. Дн.	$Z_{\text{осн}}$, Руб.
Руководитель	33 664	-	-	1.3	43 763.2	1 813,3	17	30 826,1
Инженер	12 664	-	-	1.3	16 463.2	682,14	65	44 339,14
Итого:								75 165,24

Зная основную заработную плату, можно рассчитать дополнительную заработную плату в размере 12 % от основной:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительная заработная плата,

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата.

Таблица 14 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.
Инженер	0,12	44 339,14	5 320,69
Научный руководитель	0,12	30 826,1	3 699,13
Итого			9 019,82

В 2022 г., в соответствии с НК РФ ставка отчислений в социальные внебюджетные фонды – 30%.

Таблица 15 – Расчет страховых отчислений

Исполнители	$k_{\text{внеб}}$	$Z_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$	$Z_{\text{внеб}}$
Инженер	0,3	5 320,69	44 339,14	14897,95
Научный руководитель	0,3	3 699,13	30 826,1	10357,57
Итого				25255,52

Коэффициент накладных расходов, принят за 16 % от основной заработной платы.

Рассчитанные величины затрат научно-исследовательской работы являются основой для формирования бюджета затрат проекта. Результаты составления итогового бюджета разработки представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Бюджет затрат на разработку

Наименование	Сумма, руб.	
	Исп.1	Исп.2
Материальные затраты	705	705
Затраты на амортизацию	4400	4400
Затраты на основную заработную плату	84185,06	133844,89
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	25255,52	40153,47
Накладные расходы	13469,61	21415,18
Общий бюджет	128015,19	200518,54

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального финансового показателя, определяемого по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

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.

Φ_{max} зависит от сложности проекта для которого разрабатывается АСУ.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{128015,19}{200518,54} = 0,64. \quad (16)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{200518,54}{200518,54} = 1. \quad (17)$$

Сравнительный анализ вариантов исполнения объекта исследования приведен в таблице 17.

Таблица 17 - Сравнительная оценка вариантов исполнения инженера

Критерии	Весовой коэффициент	Исп. 1	Исп. 2
Надежность аппаратной части	0,12	4	3
Удобство эксплуатации	0,19	4	5
Простота устройства системы	0,16	5	4
Минимизация производственных ошибок	0,07	4	4
Учет погрешностей среды	0,18	5	4
Ориентация на отечественные стандарты	0,11	5	3
Помехоустойчивость	0,17	3	5
Итого	1	30	28

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (18)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

$$I_{\text{исп.1инженера}} = 4,28;$$

$$I_{\text{исп.2инженера}} = 4,13.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя результат в таблице 19.

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Результаты расчета показателей сведены в таблицу 18.

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработок

Показатель	Исполнение	
	Исп. инженер	Исп. «Элтехника-КП»
Интегральный финансовый показатель	0,64	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,28	4,13
Интегральный показатель эффективности	6,6	4,13
Сравнительный показатель эффективности	1,59	

Исходя из полученных данных таблицы 19, следует, что наиболее эффективной является система (исполнение 1), представленная студентом в в предыдущих главах настоящего ВКР.

4. Социальная ответственность

4.1 Введение

В данной диссертации описывается разработка системы управления в Matlab с графическим интерфейсом для управления процессом, связь между Matlab и контроллером. В качестве механизма передачи технической информации был выбран OPC, а этап обмена данными был настроен на стороне Matlab. Для передачи данных был использован специальный набор блоков, моделирование устройств, включенных в блок-схему системы автоматизации, было выполнено с помощью программного обеспечения Codesys, и, наконец, протокол OPC был построен совместно между Codesys и Matlab для выполнения моделирования.

В разделе социальная ответственность рассматриваются вопросы обнаружения и анализа вредных и опасных факторов труда, минимизация негативных последствий проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

4.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.2.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В данной работе рассматривается разработка имитационной системы управления с графическим интерфейсом оператора, одного из компонентов автоматизированной системы управления технологическим процессом., предполагается, что куст работает без участия человека. В данном разделе речь пойдет об особенностях трудового законодательства применимо к

сотрудникам, выполняющих обслуживание и ремонт оборудования на объекте, работающим вахтовым методом в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях. Вахтовый метод подразумевает особую форму осуществления трудового процесса вне места постоянного проживания работников. Работа вахтовым методом устанавливается локальным нормативным актом компании (ч.1 ст.8, ст.252 ТК РФ, ч.4 ст.297 ТК РФ) [7].

По общему правилу продолжительность вахты не может превышать одного месяца. Продолжительность рабочего времени, начало и окончание рабочего дня, перерывы для отдыха и питания определяются правилами внутреннего трудового распорядка и иными локальными нормативными актами работодателя.

Для сотрудников, работающих вахтовым методом в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях оплата труда осуществляется с применением процентных надбавок к заработной плате (ст.315 ТК РФ). [7]. Размер такой выплаты зависит от стажа работы работника в данных местностях.

Для работников установлены районные коэффициенты, размер которых зависит от территории, на которой трудится такой работник (ч.5 ст.302 ТК РФ).

4.3 Производственная безопасность

4.3.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Разработка операционного интерфейса для моделирования сточных вод в органических веществах для производства испаренного масла. Согласно ГОСТ 12.0.003-15 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [8].

Таблица 19 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015.ССБТ)	Нормативные документы
1. Отклонения показателей микроклимата	СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
2. Недостаточная освещенность рабочей зоны	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
3. Превышение уровня шума	СП 51.13330.2011 Защита от шума.
4. Риск поражения током, вызываемый разницей потенциалов, короткое замыкание, статическое электричество	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
5. Нервно-психологические перегрузки, связанные с активным наблюдением за технологическим процессом.	МР 2.2.9.2311-07 Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности
6. Движущиеся части системы станда	ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
7. Повышенный уровень общей вибрации	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"Файл

4.3.2Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

1. Отклонения показателей микроклимата

Для оператора станда она является лёгкой (1а), так как работа проводится сидя, без систематических физических нагрузок. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно, предоставлены в таблице 20.

Таблица 20 - Допустимые параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	(23 – 25)	(21 – 25)	(40 – 60)	0.1
Холодный	(20 – 22)	(22 – 26)	(40 – 60)	0.1

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.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

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 оператором лабораторного станда процессами 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. Для соблюдения требований освещенности необходимо, чтобы рабочее место оператора располагалось в помещении с наличием источника естественного освещения. Отсутствие естественного

освещения, как и его нехватка, классифицируется как вредный производственный фактор.

3. Превышение уровня шума и вибрации

Воздействие шума на организм человека негативно сказывается на нервной системе, оказывая значительное психологическое воздействие. Длительное воздействие шумов уровня (70-90) дБ может привести к заболеваниям нервной системы. Кроме того, воздействие шума способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний [9].

Основными источниками шума в проектируемом стенде являются:

- Двигатели;
- Охлаждающие вентиляторы для компьютеров.

В работе стенда двигатели обладают 40 – дБ(А), ПК – 40 дБ(А). Допустимые показатели звукового давления в помещениях для данного типа работ до 50 дБ. Основными источникам шума стенда являются двигатели и ПК. Другие источники хорошо изолированы от внешней среды. На человека данный шум не представляет опасности, однако можно снизить воздействие уровня шума при помощи средств индивидуальной защиты.

Для снижения уровня шума, производимого ПК и лабораторным стендом, рекомендуется регулярно проводить их техническое обслуживание: чистка от пыли, замена смазывающих веществ; также применяются звукопоглощающие материалы.

Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т. п. При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии —

вибрационной болезни. Основная вибрация происходит от вращения двигателя,

Нормируемые параметры вибрации, создаваемые внутренними и внешними источниками в жилых и общественных зданиях:

а) для постоянной вибрации (текущее скорректированное ускорение изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения) - среднеквадратичные значения ускорения, скорректированные ускорения и их логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот;

б) для непостоянной вибрации (текущее скорректированное ускорение изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 5 мин при измерении с постоянной времени 1 с) - эквивалентные скорректированные ускорения, приведенные к нормируемому периоду контроля вибрации и их логарифмические уровни в дБ.

4. Риск поражения током, вызываемый разницей потенциалов

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 поражение электрическим током относится к опасным производственным факторам. Электрический ток способен привести к острому поражению или мгновенному воздействию относительно высокоинтенсивного воздействия, приводящий к летальному исходу [10].

Главной причиной поражения электрическим током в данной системе может быть прямой контакт с электрическими приборами. Именно питание от промышленной сети вызывает наибольшую опасность для персонала. Оборудование стенда питается как переменного напряжения в 220 В.

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2017 все что питается от промышленной сети необходимо сопроводить предупреждающими знаками, чтобы персонал не делал ошибочных действий и движений.

Все токоведущие части стенда и ПК должны быть изолированы. Все оборудование должно быть заземлено. Значение сопротивления между заземляющим зажимом и каждой доступной прикосновению металлической

частью, которая может оказаться под напряжением, не должно превышать 0,1 Ом.

Согласно ГОСТ Р 51350-99 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования» электрическая изоляция цепей должна выдерживать испытательное напряжение 1 кВ переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин без пробоя или перекрытия. Стенд должен быть оборудован автоматическими выключателями для защиты от короткого замыкания и перегрузок.

Управлять лабораторным стендом, то есть пользоваться ПК для анализа параметров установки и проведения экспериментов может пользоваться персонал, имеющий I группу электробезопасности. При этом обслуживать стенд, производить подключения и любые манипуляции с оборудованием стенда он не может. Для присвоения I группы электробезопасности достаточно пройти инструктаж со стороны специально назначенного лица с группой допуска не ниже III и ответить на контрольные вопросы.

Обслуживать стенд может персонал со II квалификационной группой, но без возможности производства подключений и под присмотром персонала с III группой и выше. Персонал может быть аттестован на вторую группу допуска при отсутствии специального образования и при минимальном стаже работы в электроустановках по первой группе.

Персонал, единолично обслуживающий стенд, должен иметь группу по электробезопасности не ниже третьей. III группа электробезопасности присваивается по результатам аттестации в комиссии предприятия или отделения Ростехнадзора.

Проверка знаний электротехнического персонала, работающего непосредственно с лабораторным стендом физического подобию должна проводиться ежегодно.

5. Нервно-психологические перегрузки

Нервно-психологические перегрузки, связанные с активным наблюдением за ходом производственного процесса, возникают при длительном контроле важных технологических параметров объекта. Такие перегрузки могут способствовать повышению утомляемости и раздражительности.

Во избежание последствий для нервной системы, в соответствии с МР 2.2.9.2311-07, для операторов должен соблюдаться рациональный режим труда и отдыха [11] Рекомендуется предусмотреть два обеденных перерыва, общей продолжительностью 1,5 ч. При работе в дневную 12-часовую смену рекомендуется предоставлять четыре регламентированных перерыва по 10 минут. Во время регламентированных перерывов следует проводить гимнастику общего воздействия, а также гимнастику для глаз.

4.4 Экологическая безопасность

1. Защита селитебной зоны. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» учебно-исследовательский стенд «Робот-бабочка», который относится к IV классу санитарной классификации [12]. На стенде ведется разработка и работа, поэтому для такого устанавливается ориентировочный размер санитарно-защитной зоны в 100 м.

2. Защита атмосферы. Воздействие на атмосферу: двуокись углерода, образующийся при дыхании персонала.

3. Защита гидросферы. Воздействие на гидросферу: продукты жизнедеятельности персонала.

4. Защита литосферы. будут образовываться твердые бытовые отходы. Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить

специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, Сбор отходов будет производиться в контейнеры в специально отведенных местах и в дальнейшем вывозиться коммунальными службами. Этот процесс регламентируется ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения [13].

Пожарная безопасность

При внедрении автоматизированной системы телемеханики, в объекты технологического производства добавляется новое электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны во взрывобезопасном исполнении, дополнительно были заказаны искробезопасные цепи.

Возникшее пламя при пожаре в помещениях кустовой площадки можно потушить одним из следующих способов:

- удаление горючих материалов;
- прекращение доступа кислорода;
- охлаждение горящего вещества ниже его температуры воспламенения;
- объекты должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения (вода, огнетушители, песок).

Таким образом, можно прийти к выводу, что данная рабочая площадка оснащена всем необходимым противопожарным оборудованием, и дополнительные средства не требуются.

Взрывоопасность

Поскольку место проведения работ находилось в офисе, существовала вероятность взрыва других электроприборов на месте. Во-первых, необходимо было переместить ПЛК и компьютер в относительно безопасное место.

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На столах стоят компьютеры и программируемые логические контроллеры. В процессе работы сотрудники могут пить кофе или воду. В результате существует риск попадания воды в компьютер и короткого замыкания электроприборов, что может привести к пожару. Согласно «ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования» данный объект относится к классу взрывопожароопасности категории Б, что предоставляет достаточную опасность.

Так как работа кустовой площадки подразумевается самостоятельной, без участия человека, тем не менее обслуживающие и ремонтные работы проводятся бригадами слесарей. Согласно Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрыво безопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств в качестве предупреждения возникновения взрывоопасной ситуации существует автоматический алгоритм управления при возникновении аварийной ситуации. В первую очередь при появлении угрозы возникновения аварийной ситуации на экран оператора поступает соответствующая информация об угрозе, зажигается цветовая индикация в месте аварии. Перекрывается доступ подачи углеводородов в емкость сепарирования. При экстренной необходимости происходит сброс нефтепродукта в специальную сливную яму для опустошения емкости.

Вывод по главе 4

При выполнении раздела социальной безопасности были проанализированы и выявлены основные вредные и опасные факторы, которые могут возникать в процессе обслуживания и ремонта объектов разработанной системы, такие как: повышенный уровень шума на рабочем месте, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень общей вибрации. Были описаны меры минимизации уровней воздействия данных факторов.

С точки зрения экологической безопасности было выявлено, что есть объект системы (сепаратор), который может представить угрозу для окружающей среды. Были описаны меры во избежание данной угрозы.

Произведен анализ возможных чрезвычайных ситуаций, возникновение которых наиболее вероятно при эксплуатации разработанной системы. Были разработаны превентивные меры по предупреждению возникновения чрезвычайных ситуаций, а также разработан порядок действий при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Заключение

Результатом работы является демонстрация того, как связь между моделями MatLab Simulink и проектами CoDeSys может быть настроена с помощью технологии OPC. Это будет очень полезно для тех, кто хочет проверить свои алгоритмы управления на реальном контроллере и на модели объекта управления в Simulink. Это будет самое близкое к полевым испытаниям. Для связи виртуальных контроллеров с моделью Simulink используется OPC для управления процессами - общепринятый набор спецификаций, обеспечивающих общий механизм обмена данными в системах контроля и управления.

В рамках данного проекта был сконфигурирован обмен данными по технологии OPC для передачи команд управления между CODESYS и Matlab, разработан графический интерфейс управления с дальнейшей обработкой событий. Разработка программных симуляторов для существующих систем управления технологическими процессами для обучения операторов. Благодаря универсальности стандарта режима отслеживания OPC, он имеет потенциал для замены фактически используемой системы SCADA.

Список используемых источников

1. Зыкин С.А., Катаева М.И. Разработка автоматизированных систем управления технологическими процессами в промышленности // Пермский государственный научно-исследовательский политехнический университет (Пермь). - 2018. - Т. 1. - С. 139-140.
2. Pan Lili, Research on automated testing techniques for graphical user interfaces [D], Changsha: Hunan University, 2009:11.
3. TLAB App Designer, url: <https://www.mathworks.com/products/matlab/app-designer.html>.
4. А.Н. Рыбалев, Ф.А. Николаец, РАЗРАБОТКА И ЭМУЛИРОВАНИЕ АСУ ТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ТИПОВ, УДК 62519.
5. Setting up CODESYS OPC DA (SP8 or higher). url:<https://docs.factoryio.com/tutorials/codesys/setting-up/codesys-opc-da-sp8/#creating-the-project>. Учебники по презентации.
6. Ануфриев, И.А. MATLAB 7. Наиболее полное руководство / И.А. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
7. Второй комментарий к Статье 297 Трудового кодекса
Источник: <https://sttkrf.ru/297>
8. трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019). – М.: Эксмо, 2019. – 224 с. – (Законы и кодексы)
9. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
10. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. (дата обращения 24.05.2022).
11. МР 2.2.9.2311-07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»

12.СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

13.ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения.