

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Полнофункциональная система автоматизации блока нефтеперерабатывающей установки на базе локальных технических средств

УДК 004.896:665.63.012-52

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4Б	Миронова Екатерина Владимировна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Курганов Василий Васильевич	к. т. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОСНГ	Хаперская Алена Васильевна	—		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Уметь 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.
P2	Уметь 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.
P3	Уметь 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.
P4	Уметь 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.
P5	Уметь 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.
P6	Уметь 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.

P7	Уметь 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 сертиф
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Уметь работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия.
P9	Способность к самоорганизации и самообразованию.
P10	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.
P11	Способность использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.
P12	Способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения.
P13	Способность участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
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

Студенту:

Группа	ФИО
8Т4Б	Мироновой Екатерине Владимировне

Тема работы:

Полнофункциональная система автоматизации блока нефтеперерабатывающей установки на базе локальных технических средств	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№2183/с от 28.03.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2018
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	<p>Объект исследования: установка переработки нефти на нефтеперерабатывающем заводе «Сафонофо», г. Сафоново, Смоленской области.</p> <p>Цель работы: разработка полнофункциональной системы автоматизации на базе локальных технических средств</p> <p>Проектируемая АС включает три уровня: полевой уровень, контроллерный уровень и информационно-вычислительный уровень.</p>
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание технологического процесса; 2. Функциональная схема автоматизации; 3. Разработка структурной схемы АС; 4. Критерий выбора структуры системы; 5. Выбор архитектуры АС; 6. Выбор средств реализации АС; 7. Разработка алгоритмов управления АС; 8. Выбор программного пакета для реализации АС; 9. Разработка экранных форм АС.
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Схема ректификационной установки; 2. Функциональная схема установки; 3. Структура комплекса технических средств; 4. Структурная схема системы автоматизации; 5. Архитектура SCADA-системы; 6. Схема подключения преобразователя USB/RS-485; 7. Функциональная схема алгоритма управления; 8. Разработка мнемосхемы.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Хаперская Алена Васильевна
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
—	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	22.01.2018
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения ОАР	Курганов Василий Васильевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4Б	Миронова Екатерина Владимировна		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Отделение автоматизации и робототехники

Период выполнения осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
09.06.18	Основная часть	75
13.06.18	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
13.06.18	Социальная ответственность	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Курганов Василий Васильевич	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

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

Реферат

Пояснительная записка содержит 82 страниц машинописного текста, 16 рисунков, 23 таблиц, 1 список использованных источников из 13 наименований.

Объектом исследования является установка переработки нефти на нефтеперерабатывающем заводе «Сафонофо», г. Сафоново, Смоленской области.

Цель работы – разработка полнофункциональной системы автоматизации на базе локальных технических средств.

В результате была разработана система диспетчерского управления для блока нефтеперерабатывающей установки НПЗ «Сафоново», основанная на базе регулятора ТРМ138 производства ОВЕН, с применением выбранной SCADA-системы MasterSCADA

В процессе работы был разработан следующий графический материал: функциональная схема автоматизации, структурная схема автоматизации, экранные формы.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит снизить технико-экономические затраты на производстве, при этом не потеряв точность и надежность измерений.

Ключевые слова: ректификация, автоматизация, SCADA-система, диспетчерское управление, АСУ ТП, атмосферная перегонка нефти, экранные формы.

Содержание

Введение.....	11
1. Техническое задание	12
1.1. Основные цели и задачи создания АСУ ТП.....	12
1.2. Система автоматики должна обеспечивать следующие функции:.....	12
1.3. Требования к системе	13
1.4. Требование к техническому обеспечению	14
1.5. Требование к программному обеспечению.....	14
1.6. Требования к метрологическому обеспечению	14
1.7. Требования к информационному обеспечению.....	15
2. Основная часть.....	16
2.1. Описание технологического процесса.....	16
2.2. Постановка задачи исследований.....	19
2.3. Функциональной схема автоматизации.....	20
2.4. Разработка структурной схемы системы управления	24
2.5. Критерии выбора структуры системы	26
2.6. Сетевая архитектура системы.....	27
2.7. Описание комплекса технических средств	29
2.7.1. Выбор датчиков.....	30
2.7.1.1. Датчик температуры ДТС015М-100М.0,5.200.МГ.И[17]	30
2.7.1.2. Датчик давления ПД100-ДИВ1,5-115-0,25-EXD	31
2.7.1.3. Датчик уровня УЛМ-11А1	33
2.7.2. Выбор исполнительных устройств	35
2.7.2.1. Задвижка 30с941нж Ду 100.....	35
2.7.2.2. Насос В-NMS4 80/315А-В.....	36
2.7.3. Выбор регуляторов	37
2.8. Разработка алгоритмов управления	40
2.9. Сравнительный анализ SCADA систем.....	41
2.9.1. RapidSCADA.....	41
2.9.2. MasterSCADA.....	43

2.9.3. FreeSCADA	45
2.9.4. SoloSCADA	46
2.9.5. OpenSCADA	48
2.10. Выбор SCADA системы	49
2.11. Разработка экранных форм	50
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	53
3.1. Потенциальные потребители результатов исследования	53
3.2. Анализ конкурентных технических решений	54
3.3. SWOT-анализ.....	55
3.4. Планирование научно-исследовательских работ	56
3.4.1. Структура работы в рамках научного исследования	56
3.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	57
3.4.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	58
3.4.4. Разработка графика проведения научного исследования	60
3.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	61
3.5.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	61
3.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	63
3.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы	64
3.5.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	65
3.5.5. Отчисление во внебюджетные фонды.....	66
3.6. Накладные расходы	66
3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .	67
3.8. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	67
4. Социальная ответственность.....	71
4.1. Рекомендации по выбору оборудования	71
4.1.1. Датчик уровня	71
4.1.2. Датчик температуры	72
4.1.3. Датчик давления.....	75
4.1.4. Регулятор	75

4.2. Архитектура системы	76
4.3. Разработка схемы внешних проводок	77
4.4. Разработка мнемосхемы	78
Заключение	79
Conclusion.....	80
Список использованной литературы.....	81

Введение

В настоящее время трудно представить какой-либо технологический процесс без автоматической или автоматизированной системы управления, наличие данной системы управления обеспечивает качественный контроль и управление технологическим процессом, а также оптимизацию экономических затрат. Разработка АСУТП представляет собой достаточно сложную и трудоемкую работу, требующую высокую квалификацию специалистов, занимающихся проектированием и наладкой таких систем. При этом современный специалист должен обладать навыками программирования контроллеров и создания программ визуализации с помощью различных SCADA-систем.

В современном мире автоматизированные технологические процессы являются решающим фактором. АСУТП представляет собой многоуровневую систему управления.

Наиболее популярный метод автоматизированного управления – диспетчерское управление и сбор данных (SCADA).

Большинство систем автоматизации функционирует с участием человека. Интерфейс между человеком и системой называют человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ). ЧМИ, предназначенный для взаимодействия человека с автоматизированным технологическим процессом, называется SCADA-системой (Supervisory Control and Data Acquisition).

Цель данной выпускной квалификационной работы является разработка бюджетной системы диспетчерского управления и сбора данных на примере объекта НПЗ «Сафоново». На первом шаге необходимо определить тип датчиков и их количество, таких как температура, давление, уровень. Следующий этап – это подбор оборудования и исполнительных механизмов. Важным шагом является выбор SCADA-системы, так как наша система является бюджетной, то нужно выбрать систему, удовлетворяющую основным функциям SCADA-системы, при этом ценовая стоимость ее должна быть как можно меньше. На последнем этапе остается визуальная разработка автоматизированной системы технологического процесса.

1. Техническое задание

1.1. Основные цели и задачи создания АСУ ТП

Система АСУ ТП предназначена для автоматизированного управления технологическим процессом.

Задачами автоматизированных систем управления являются:

- автоматизированное централизованное управление технологическим процессом;
- контролирование параметров технологического процесса в режиме реального времени;
- визуальное представление и выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы;
- улучшение технико-экономических показателей производства.

1.2. Система автоматики должна обеспечивать следующие функции:

- измерение и контроль технологических параметров;
- управление исполнительными механизмами;
- визуальное отображение технологического процесса в режиме реального времени;
- возможность анализа критических ситуаций и обнаружения причин их возникновения;

Оператору должно быть доступно управление насосами и задвижками.

Данная установка НПЗ предназначена для переработки нефти в бензин, бензиновую фракцию, мазут.

В состав АС входит следующее оборудование:

1. Ректификационная колонна РК-2;
2. Теплообменники ТО-1, ТО-2, ТО-3 (3 шт.);
3. Емкости Е-1, Е-2(2 шт.);
4. Аппарат воздушного охлаждения АВО;

1.3. Требования к системе

Система должна иметь иерархическую структуру с тремя уровнями:

1. нижний уровень, на котором находятся приборы КИПиА и исполнительные механизмы:

- датчики уровня;
- датчики давления;
- датчики температуры;
- локальные автоматические регуляторы;
- насосы;
- клапаны.

2. средний уровень, на котором находятся локальные регуляторы, собирающие данные с прибором КИПиА, обрабатывают и передают информацию на верхний уровень;

3. верхний уровень, на котором происходит сбор и обработка данных с локальных регуляторов при участии персонала, решающего задачи диспетчеризации, оптимизации, визуализации и архивирования процессов.

Связь между оборудованием нижнего и среднего уровней должна осуществляться при помощи проводных связей, посредством цифровых и унифицированных аналоговых, дискретных электрических сигналов.

Между средним и верхним уровнем должен осуществляться при помощи резервированных специализированных промышленных компьютерных сетей. Должна быть предусмотрена проводка резервированных оптоволоконных кабелей и кабелей типа «витая пара» категории не ниже «5е».

Связь между нижним и верхним уровнем должна осуществляться при помощи специальных промышленных компьютерных сетей. Необходимо, чтобы проводка была кабель типа «витая пара» категорией не ниже «5е».

1.4. Требование к техническому обеспечению

Техническое обеспечение должно соответствовать требованиям, а также использовать максимально эффективно технические средства.

Большая часть оборудования размещена в помещении и должна эксплуатироваться при температуре окружающей среды 0°C – 40°C. Оборудование, которое размещается снаружи, должно оставаться работоспособным при температуре от - 40°C до 50°C.

В случае выхода из строя системы, отключения электропитания или нештатной технологической ситуации ПО сохраняет системные конфигурации, тренды и журналы.

Степень защиты от пыли и влаги технических средств должна быть не менее IP54.

1.5. Требование к программному обеспечению

К требованиям программного обеспечения относятся:

- работа с информацией, отражающей основной технологический процесс;
- открытость, не только со стороны подключения различного оборудования, но и со стороны коммуникации с другими программными средствами;
- надежность системы;
- сбор и обработка данных;
- визуализация поведения технологического процесса;
- формирование отчетов и аварийных сообщений.

1.6. Требования к метрологическому обеспечению

Приборы должны быть разработаны с учетом современных технологий и элементной базы, с увеличенным сроком службы. Срок изготовления на момент покупки не должен превышать одного года. Выходной сигнал средств измерения

должен быть отличным от «0» (например, 4-20мА), данное условие позволит корректно определять неисправности, вызванные отказом средства измерения или линий связи. Основная относительная погрешность измерения приборами не должна превышать 1 %.

1.7. Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение (ИО) представляет собой совокупность решений по организации хранения, распределения, содержания, форме и объемам информации внутри системы. Информационное обеспечение регламентирует порядок действий с полученной информацией и использованием баз данных. По результатам проектирования ИО должна удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечение всех имеющихся автоматизируемых функций объекта с сохранением требуемого быстродействия;
- кодирование входной и выходной информации согласно классификаторам;
- совместимость с взаимодействующими программами;
- запись и хранение информации о результатах работы автоматизированных и ручных процессов;
- достаточный объем памяти для длительного использования, с возможностью подключения дополнительных хранилищ;
- возможность быстрого обновления внесенных изменений и корректировок.

2. Основная часть

2.1. Описание технологического процесса

На сегодняшний день нефть является самым распространённым сырьём для химической и нефтехимической промышленности. Путем переработки из нефти получают топливо различного типа: керосин, парафин, мазут и другие нефтепродукты.

Переработка нефти – это сложный технологический процесс, начинающийся с транспортировки сырой нефти на завод, на котором она проходит несколько этапов очистки и предварительной переработки, прежде чем стать продуктом, готовым к использованию.

Добываемая нефть содержит в себе большое количество примесей: попутный газ, минеральные соли, механические примеси и вода в большом количестве, поэтому до попадания на завод, практически в местах её добычи, монтируются установки, выполняющие предварительную обработку.

Предварительная обработка включает отделение попутных газов в газосепараторах, отстой сырой нефти от воды и механических примесей в специальных отстойных резервуарах. Перед транспортировкой нефть подается на специальную электро-обезвоживающую установку, в которой происходит процесс обессоливания, обезвоживания и стабилизация нефти.

Очищенная нефть перекачивается по трубопроводам, перевозится авто- или железнодорожным транспортом до мест переработки.

Одним из способов переработки нефти является обычная атмосферная перегонка, в основе которой лежит её высокотемпературный крекинг (с английского *cracking*, расщепление) с последующим разделением на фракции: бензиновую, дизельную и мазут. Разделение происходит в ректификационной колонне.

Идею крекинга и первую установку для его реализации предложили русские ученые В. Г. Шухов и С. П. Гаврилов в 1891 году [1].

На рисунке 2.1 представлен первый блок установки атмосферной перегонки нефти, выполняющий функции отделения очень лёгких фракций углеводородов (прямогонный бензин). Эта операция позволяет стабилизировать режим работы последующих блоков установки путём сужения диапазонов кипения фракций нефти.

Основными элементами любой нефтеперегонной установки являются теплообменники и ректификационные колонны. Ректификационная колонна представляет из себя вертикальную трубу, размеры которой достигают до 80 метров в высоту и до 8 метров в диаметре, разделённую внутри контактными устройствами, которые называются «тарелками». В колонне поток парового орошения создаёт нагревательный элемент, а жидкого – конденсационные устройства.

Пары направляются вверх, а тяжёлая часть отделяется и опускается на дно. При взаимодействии паровой и жидкой фаз на контактном устройстве фазы обогащаются легкокипящими и тяжелокипящими компонентами соответственно. Пары образуют на каждой тарелке слой жидкости толщиной около 10 см. В тарелках присутствуют отверстия с барботажными колпачками, при помощи которых поднимающиеся пары барботируют сквозь эту жидкость. Пары при прохождении этого процесса теряют тепло, отдавая его жидкости. В дальнейшем, пары поднимаются к следующей тарелке, где барботирование повторяется.

Для того, чтобы тяжёлые продукты случайно не попадали в верхнюю часть колонны, пары периодически направляют в холодильник. Сконденсированные в холодильники вещества возвращают на одну из нижних тарелок. Такой процесс называется орошением.

С другой стороны, некоторое количество лёгких углеводородов может вместе с током жидкости оказаться в нижней части колонны. Эта проблема решается пропусканием отбором жидкости из определённого места колонны и по-

вторным ее пропуском через нагреватель. Таким образом легкие углеводороды снова поступают в колонну в виде пара. Описанный процесс называется повторным испарением.

Процесс ректификации в соответствии с рисунком 2.1 следующий. Сырая очищенная нефть насосом Н-1 подаётся в трубную часть дефлегматора ректификационной колонны РК-1, где подогревается горячими парами продукта, часть которого за счет охлаждения снова переходит в жидкое состояние и стекает в куб Е-1 колонны РК-1, а другая часть лёгких углеводородов уходит в РК-2. Из дефлегматора РК-1 подогретая сырая нефть подаётся в дефлегматор РК-2, где дополнительно нагревается парами лёгких углеводородов, поступивших из РК-1. Дефлегматоры ректификационных колонн выполняют роль охладителей горячих паров углеводородов, образовавшихся в РК-1. Охлаждённые пары конденсируются на тарелках РК-2, дополнительно охлаждаются в агрегате воздушного охлаждения АВО и насосом Н-2 перекачиваются в товарно-сырьевой парк (ТСП) предприятия. Данная фракция нефти называется прямогонным бензином.

Нагретая сырая нефть из РК-2 через теплообменник ТО-2 подается в куб Е-1 колонны РК-1. В ТО-2 и кубе колонны происходит нагрев нефти горячим мазутом со второго блока установки, который охлаждается перед тем как попасть в ТСП.

Часть бензина из куба Е-2 колонны РК-2 подаётся насосом Н-3 на орошение в колонну РК-1. За счет понижения температуры тяжёлые фракции нефти конденсируются, тем самым создаётся препятствие для попадания тяжёлых нефтепродуктов попасть в лёгкие.

После выделения из сырой нефти лёгких углеводородов, остаток, который на предприятии носит название «печное топливо», насосом Н-4 направляется ТСП и используется как исходный продукт для дальнейшей переработки на втором блоке установки.

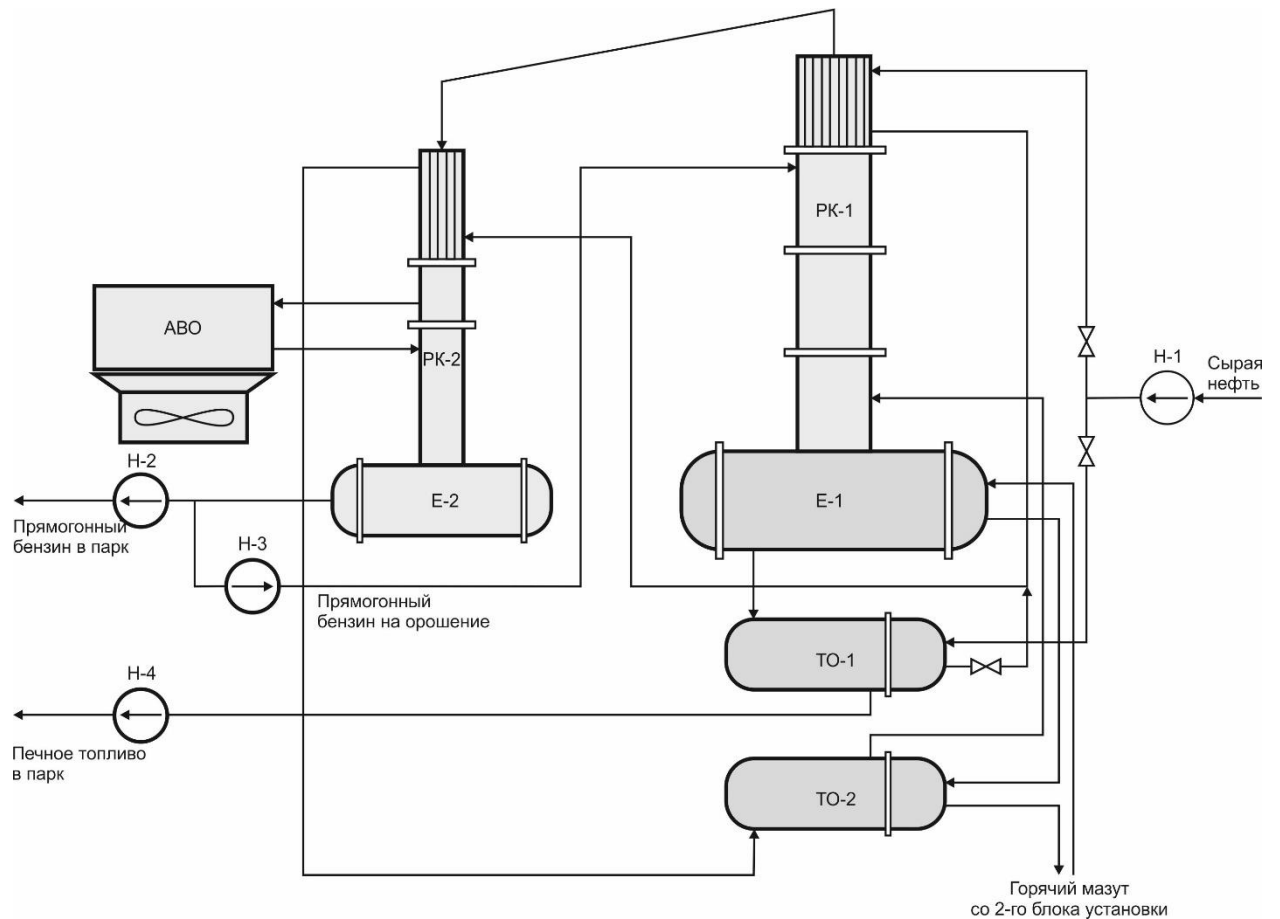


Рисунок 2.1 - Схема ректификационной установки

На рисунке использованы следующие обозначения:

- Н-1, Н-2, Н-3, Р-4 – насосы;
- ТО-1, ТО-2 – теплообменники;
- РК-1, РК-2 – ректификационные колонны;
- Е-1, Е-2 – кубы колонн РК-1, РК-2, соответственно;
- АВО – агрегат воздушного охлаждения.

2.2. Постановка задачи исследований

Автоматизация подобных установок всегда является актуальной задачей. Средства, вложенные в автоматизацию подобных установок, достаточно быстро окупаются за счет увеличения производительности труда и качества получаемого продукта.

Процесс переработки нефти всегда ассоциируется с большими денежными потоками, богатством собственников и возможностями неограниченных вложений в установку. На самом деле это далеко не так и рентабельность подобного бизнеса в последнее время существенно упала. В связи с этим собственники, особенно мелкие, начинают искать пути сокращения производственных издержек, в том числе и на автоматизацию.

Дополнительным существенным тормозом в развитии подобных производств часто является низкая квалификация персонала, эксплуатирующего установку, текучесть кадров, в том числе и из-за низкой заработной платы.

В связи с этим возрастает потребность в низкобюджетных системах автоматизации, которые позволяют иметь тот же функционал, что и дорогие системы, но при этом иметь низкую стоимость и определённую «примитивность» в плане освоения. В настоящей работе рассмотрена полнофункциональная система автоматизации на базе локальных технических средств.

2.3. Функциональной схема автоматизации

Разработка функциональной схемы автоматизации (ФСА) является одним из основных этапов создания проектной документации. ФСА определяет объем автоматизации технологических процессов и функциональную структуру. Функциональная схема представляет собой отображение основных технологических решений, принимаемых при проектировании системы.

При разработке ФСА решаются следующие задачи:

- получение информации о протекании технологического процесса и состоянии оборудования;
- регулирование технологических параметров;
- непосредственное воздействие на процесс;
- сигнализация отклонений технологических параметров от нормы;
- регистрация параметров.

На функциональной схеме изображаются:

- технологическое оборудование;
- органы управления;
- коммуникации;
- средства автоматизации (приборы, регуляторы).

ФСА выполняется на одном чертеже, где отображается аппаратура всех систем контроля, управления, сигнализации и регулирования.

Функциональная схема автоматизации в данной работе разработана в соответствии с требованиями ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

На рисунке 2.2 представлена функциональная схема установки.

Функциональная схема представляет собой технологическую схему установки, на которую нанесены датчики и исполнительные механизмы в виде функциональных обозначений. При назначении функционального обозначения технологическому параметру исходят из всех необходимых действий, которые выполняются над ним с целью достижения общего результата, а именно:

- измерение (I);
- регистрация (R);
- регулирование (C);
- сигнализация (A);
- блокировки (S) и т.д.

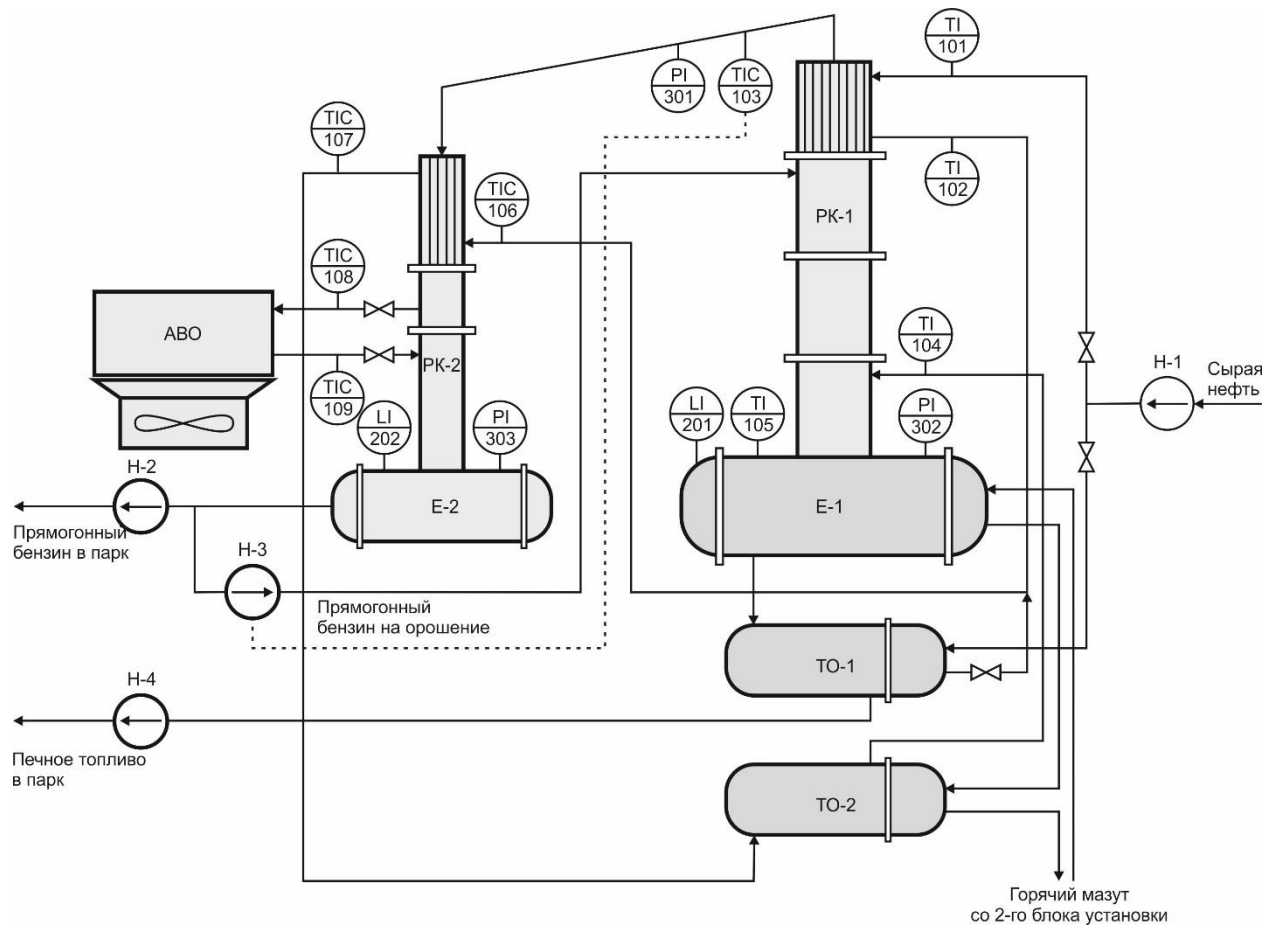


Рисунок 2.2 - Функциональная схема установки

Эта задача решается инженерами-технологами на этапе проектирования технологической части установки.

Первая буква в функциональном обозначении указывает на вид технологического параметра:

- температура (Т);
- уровень (L);
- давление (Р).

Позиционное обозначение, обычно состоящее из цифр, присваивается на этапе проектирования. В данном случае присвоено трёхзначное обозначение. Обозначение, начинающееся на 1 – температура, 2 – уровень, 3 – давление.

В таблице 2.1 приведён перечень измеряемых технологических параметров с указанием следующей информации:

- наименование параметра – обычно привязывается к технологическому аппарату;
- позиция – состоит из функционального обозначения и позиционного номера;
- единица измерения – техническая единица измерения;
- диапазон – диапазон изменения технологического параметра (минимально и максимально возможное значение параметра).

Таблица 2.1 – Перечень измеряемых технологических параметров

№	Наименование параметра	Позиция	Ед. изм.	Диапазон
1	Температура на входе дефлегматора	TI-101	°С	-50 ... 200
2	Температура на выходе дефлегматора	TI-102	°С	0 ... 200
3	Температура верха РК-1	TIC-103	°С	0 ... 200
4	Температура средней точки РК-1 (подача в куб)	TI-104	°С	0 ... 200
5	Температура жидкости в кубе	TI -105	°С	0 ... 200
6	Уровень в кубе РК-1 (в Е1)	LI-201	%	0 ... 100
7	Давление верха РК-1	PI-301	кгс/см ²	0 ... 1,0
8	Давление в кубе РК-1	PI-302	кгс/см ²	0 ... 3,0
9	Температура на входе РК-2	TI -106	°С	0 ... 200
10	Температура на выходе РК-2	TI-107	°С	0 ... 200
11	Температура бензина перед АВО	TI-108	°С	0 ... 200
12	Температура бензина после АВО	TI-109	°С	0 ... 200
13	Уровень в кубе (Е-2)	LI-202	%	0 ... 100
14	Давление в кубе (Е-2)	PI-303	кгс/см ²	0 ... 3,0

В таблице 2.2 приведены выходные аналоговые сигналы, которые выполняют функцию управляющих. Управляющие сигналы – унифицированные токовые сигналы 4 ... 20 мА.

Таблица 2.2 - Входные аналоговые сигналы (управление)

№	Наименование	Позиция	Ед. изм.	Диапазон
1	Управление насосом Н-3 на орошение	V-1	мА	4 ... 20

В таблицах 2.1 – 2.2 приведена информационная мощность системы, которая используется при проектировании структуры системы автоматизации.

2.4. Разработка структурной схемы системы управления

Структурная схема системы автоматизации разрабатывается на основании функциональной схемы автоматизации и информационной мощности системы. Структурная схема отображает состав технических средств автоматизации и взаимосвязи между ними.

Общая структура комплекса технических средств КТС построена по трехуровневому иерархическому принципу (см. рисунок 2.3)



Рисунок 2.3 – Структура КТС

Нижний уровень выполняет функции:

- сбор и передача информации о ходе протекания технологического процесса на средний уровень;
- измерение параметров технологического процесса и преобразование их в унифицированный сигнал;
- исполнение команд регулирования, поступающих с уровней выше.

Данный уровень состоит из датчиков, преобразователей и исполнительных механизмов:

- Датчик температуры ДТС015М-100М.0,5.200.МГ.И[17]
- Датчик давления ПД100-ДИВ0,5-115-0,25-EXD
- Датчик уровня УЛМ-11А1

- Частотный преобразователь

Нижний уровень системы автоматизации имеет радиальную структуру. Для передачи данных с датчиков на локальные средства автоматизации используется сигнал 4-20 мА. Управляющий сигнал на частотный преобразователь — 4-20 мА.

Средний уровень состоит из локальных регуляторов (TRM138), объединённых в сеть по физическому интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU). По сети RS-485 (протокол Modbus RTU) информация передаётся на верхний уровень.

На среднем уровне выполняются функции:

- сбор и первичная обработка информации (фильтрация, масштабирование, линеаризация);
- автоматическое управление технологическим процессом;
- обмен информацией с верхним уровнем.

На верхнем уровне выполняются функции:

- прием информации о состоянии оборудования и протекании технологического процесса;
- отображение и ведение протоколов событий;
- формирование и ведение технологической базы данных;
- обмен информацией со средним уровнем;
- предоставление отчетной документации, трендов, протоколов, событий, журналов;

Структурная схема представлена в рисунке 2.4.

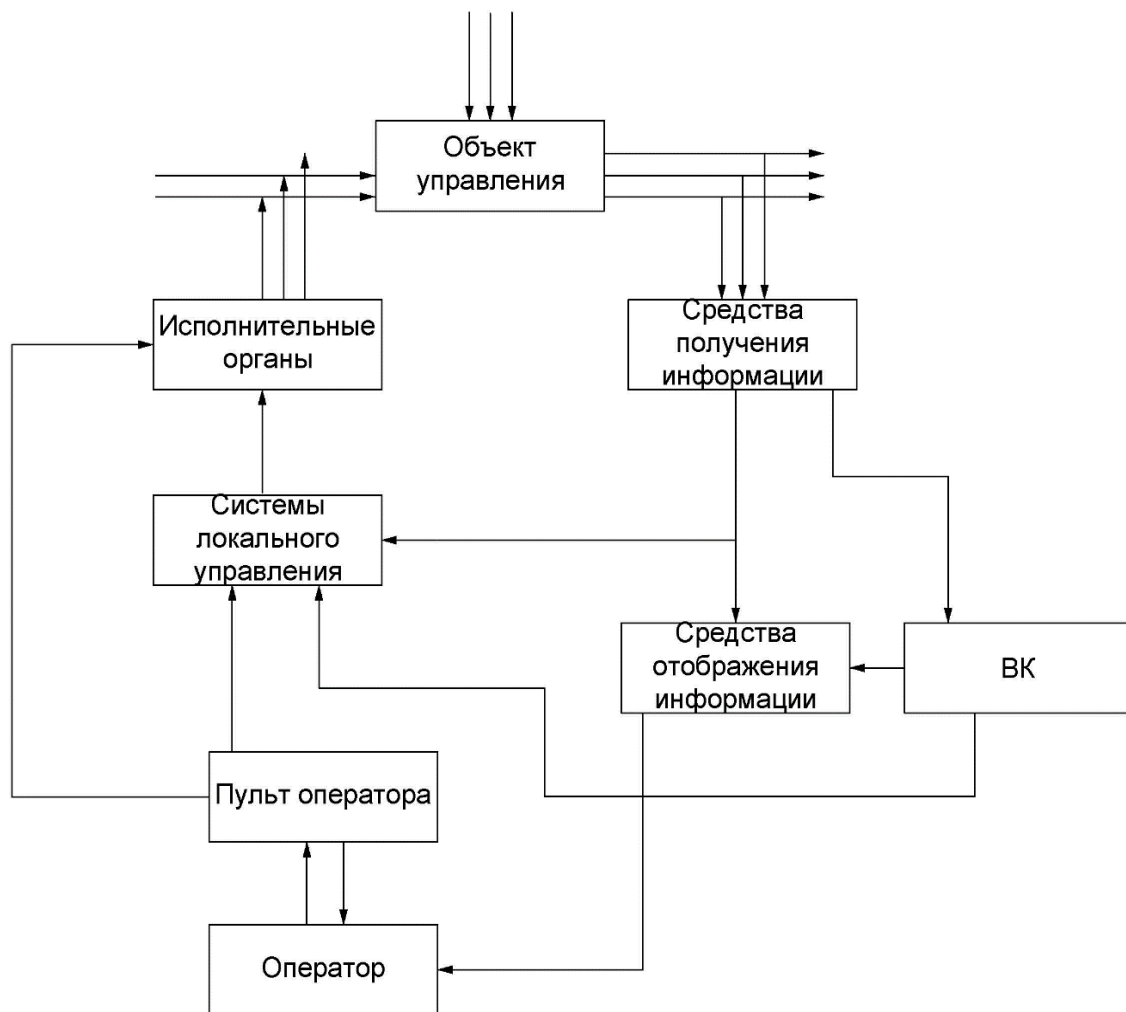


Рисунок 2.4 – Структурная схема системы автоматизации

2.5. Критерии выбора структуры системы

При выборе структуры организации управления необходимо определить критерии, на основании которых будет сделан выбор.

1. **Оперативность.** Смысл данного критерия заключается в том, чтобы в отрывок времени от принятия решения до его исполнения в системе не могли произойти действия, способствующие изменению принятых решений.

2. **Оптимальность.** Система, у которой на всех уровнях при наименьшем числе ступеней устанавливаются рациональные связи, считается оптимальной.

3. **Экономичность.** Минимизируя затраты на аппаратах, достигается нужный эффект от управления

4. Надежность. Система должна обеспечивать достоверность передаваемой информации, не допускать искажений управляющих команд.

5. Устойчивость структуры управления. При различных внешних условиях основные свойства остаются неизменными, система управления функционирует целостно с ее элементами.

6. Гибкость. Критерий заключается в том, что система способна изменяться в соответствии с изменениями внешней среды.

В данной работе было акцентировано внимание на критерии экономичности. Для минимизации затрат на производство были заменены программируемые логические контроллеры на локальные регуляторы, а также был выбран бюджетный программный пакет SCADA системы.

2.6. Сетевая архитектура системы

Существует два принципиальных подхода к организации управления сложными сетями:

- централизованное управление;
- децентрализованное управление.

В децентрализованном управлении отсутствует единый центр управления. Функции такой системы перераспределяются между управляющими устройствами. В данной работе используется децентрализованная система управления.

Достоинством децентрализованной системы является высокая надежность (выход из строя одного регулятора не приводит к выводу из строя всей системы).

К недостатку относится более низкое качество управления по сравнению с централизованной структурой.

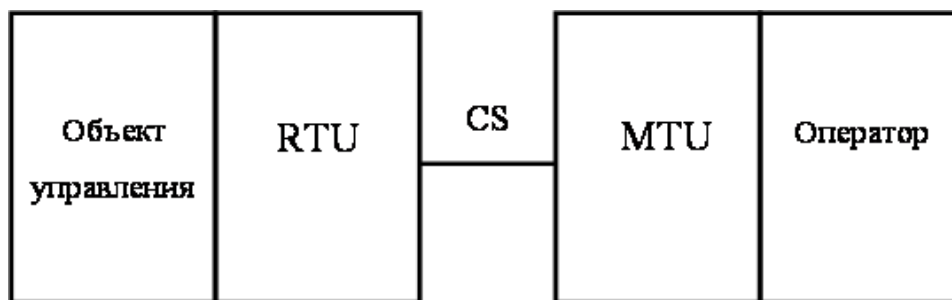


Рисунок 2.5 – Архитектура SCADA-системы

Основные структурные компоненты SCADA-системы:

RTU (Remote Terminal Unit) – удаленный терминал, который осуществляет обработку задачи управление в режиме реального времени.

RTU имеет широкий диапазон исполнений – от датчиков, выполняющих сбор информации с объекта, до специализированных многопроцессорных отказоустойчивых вычислительных комплексов, выполняющих обработку информации и управление в режиме жесткого реального времени. Конкретная его реализация определяется конкретным применением.

MTU (Master Terminal Unit) – диспетчерский пункт управления, который осуществляет обработку данных и управление высокого уровня в режиме реального времени. Функцией диспетчерского пункта является обеспечение интерфейса между человеком-оператором и системой. MTU может быть реализован как одиночным компьютером с дополнительными устройствами подключения к каналам связи, так и большими вычислительными системами.

CS (Communication System) – коммуникационная система, которая нужна для передачи данных с удаленных точек (объектов, терминалов) на центральный интерфейс оператора-диспетчера и передачи сигналов управления на RTU.

Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и для связи с объектом использует драйверы ввода-вывода или OPC-сервер.

OPC (OLE for Process Control) – это стандарт взаимодействия между программными компонентами системы сбора данных и управления.

В данной работе используется преобразователь интерфейсов USB/RS-485. Он предназначен для взаимного преобразования сигналов интерфейсов USB и RS-485.

Схема с использованием преобразователя приведена на рисунке 2.6.

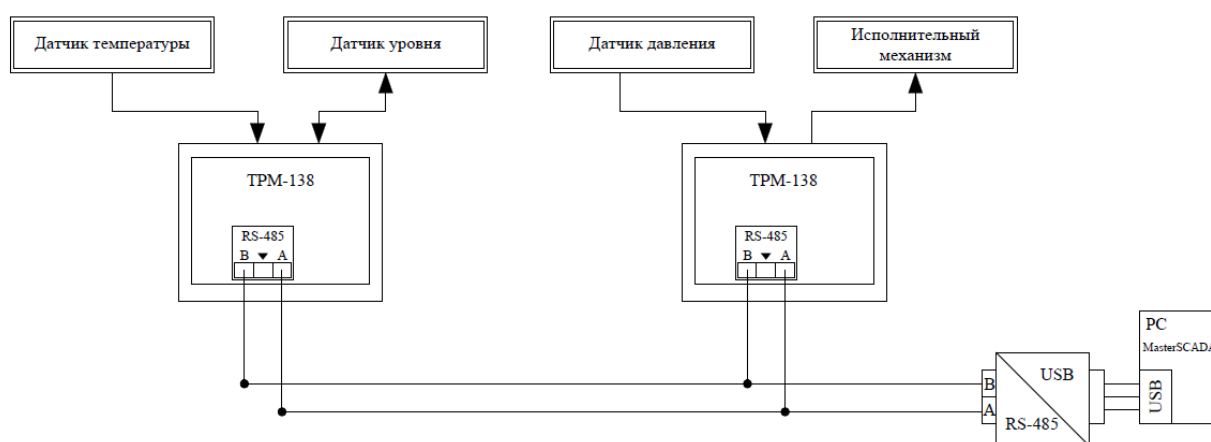


Рисунок 2.6 – Схема подключения преобразователя USB/RS-485

2.7. Описание комплекса технических средств

В данной работе необходимо осуществить подбор программно-технических средств АС, при этом выбранное оборудование по своим техническим характеристикам должно соответствовать предъявляемым требованиям. Дополнительно необходимо провести анализ выбранного оборудования на совместимость между собой.

В состав программно-технических средств АС входят:

- измерительное оборудование, осуществляющее сбор информации о технологическом процессе;
- исполнительное оборудование, за счёт которого электрическая энергия преобразуется в механическую или физическую величину для управления ОУ согласно алгоритму управления.

2.7.1. Выбор датчиков

2.7.1.1. Датчик температуры ДТС015М-100М.0,5.200.МГ.И[17]

Термометр сопротивления медный 100М, модель конструктивного исполнения 015, класс точности 0,5 %, с длиной монтажной части 200 мм, металлической коммутационной головкой, со встроенным нормирующим преобразователем НПТ-3, диапазоном преобразования температур: -50...+150 °С.

Термопреобразователи сопротивления ОВЕН ДТС-И со встроенным нормирующим преобразователем предназначены для измерения и непрерывного преобразования температуры, полученной при измерении различных веществ, в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4...20 мА.

Данные датчики изготавливаются на базе термометров сопротивления ДТСхх5 (50М, 100М, 100П, Pt100) и используются, когда расстояние от точки измерения до вторичного прибора более 100 метров, а также в тех случаях, когда вторичные приборы (например, контроллеры) работают только с унифицированными сигналами.

В состав термопреобразователей входят:

- первичный преобразователь (термозонд) – термопреобразователь сопротивления (ДТС);
- измерительный преобразователь НПТ-3, встроенный в головку датчика.

Термометр сопротивления медный 100М, модель конструктивного исполнения 045, класс точности 0,5 %, с длиной монтажной части 120 мм, металлической коммутационной головкой, со встроенным нормирующим преобразователем НПТ-3, диапазоном преобразования температур: -50...+180 °С.

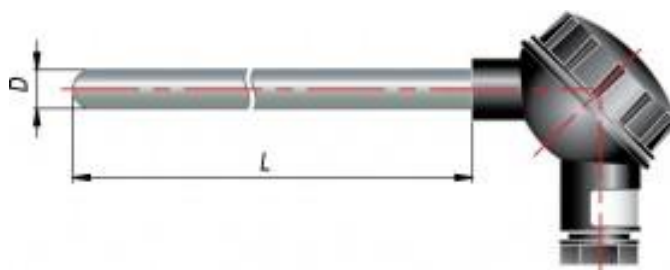


Рисунок 2.7 – Внешний вид датчика температуры

Таблица 2.3 – Технические характеристики датчика температуры

№	Наименование	Значение
1	Диапазон допустимых напряжений питания (постоянного тока)	12...36 В
2	Номинальное значение напряжения питания (постоянного тока)	24 В
3	Диапазон выходного тока преобразователя	4...20 мА
4	Максимальная мощность, потребляемая преобразователем	0,8 Вт
5	Нелинейность преобразования, не хуже	± 0,2 %
6	Вид зависимости «ток от температуры»	линейная
7	Разрядность цифро-аналогового преобразователя, не менее	12 бит
8	Сопротивление линии связи с термоэлектрическим преобразователем, Ом, не более	100
9	Сопротивление каждого провода, соединяющего преобразователь с термометром сопротивления, Ом, не более	30
10	Максимальное допустимое сопротивление нагрузки (при напряжении питания 36 В) *	1250 Ом
11	Номинальное значение сопротивления нагрузки (при напряжении питания 24 В)	500 Ом ±5 %
12	Пульсации выходного сигнала	0,6 %
13	Время установления рабочего режима для преобразователя (предварительный прогрев) после включения напряжения питания, не более	30 мин

2.7.1.2. Датчик давления ПД100-ДИВ1,5-115-0,25-EXD

Датчик серии ПД100-ДИВ-115-0,25/0,5-EXD предназначен для непрерывного преобразования избыточно-вакуумметрического давления измеряемой

среды в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА с взрывозащитой типа «Взрывонепроницаемая оболочка» 1Exd ПСТ6Gb.

В настоящее время наиболее перспективной технологией является «кремний-на-кремнии» (КНК), по которой выполнена данная модель. Технология обеспечивает наилучшее соотношение стоимости и качества преобразования. Она основана на изготовлении сенсора из монокристалла кремния с нанесенным на него методом диффузии тензорезистивным мостом.

Достоинствами данной технологии являются:

- высокая стабильность;
- высокая перегрузочная способность;
- точность преобразования;
- низкий гистерезис;
- высокая чувствительность.

Датчик ПД100-ДИВ-115-0,25/0,5-EXD предназначен для систем автоматического управления и регулирования на взрывоопасных производствах промышленности, требующих применения взрывозащищенного оборудования, например, нефтепромыслы, объекты переработки нефти и транспортировки ее, НПЗ, и т.п.

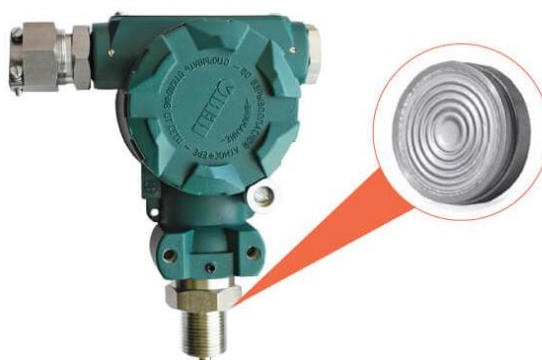


Рисунок 2.8 – Внешний вид датчика давления

Таблица 2.4 – Технические характеристики датчика давления

№	Наименование	Значение
1	Выходной сигнал постоянного тока	4...20 мА, 2-х проводная схема
2	Исполнение по взрывозащите	"Взрывонепроницаемая оболочка" 1Exd IICt6Gb
3	Основная приведенная погрешность	0,25; 0,5% ВПИ
4	Диапазон рабочих температур измеряемой среды	-40...+100 °С
5	Напряжение питания	12...36 В постоянного тока
6	Сопротивление нагрузки	0...1,0 кОм (в зависимости от напряжения питания)
7	Потребляемая мощность	не более 0,8 Вт
8	Устойчивость к механическим	группа исполнения V3
9	воздействиям	по ГОСТ Р 52931
10	Степень защиты корпуса	IP65
11	Устойчивость к климатическим воздействиям	УХЛ3.1
12	Диапазон рабочих температур окружающего воздуха	-40...+80 °С
13	Атмосферное давление рабочее	66...106,7 кПа
14	Средний срок службы	12 лет
15	Среднее время наработки на отказ	не менее 500 000 ч
16	Межповерочный интервал	2 года
17	Методика поверки	КУВФ.406230.100 МП
18	Вес без упаковки / в упаковке	1,0 кг / 1,5 кг
19	Штуцер для подключения давления	M20x1,5 по ГОСТ 2405-88, черт.20
20	Тип электрического соединителя	Кабельный ввод под бронированный кабель 6-10 мм, диаметр брони 10-15 мм
21	Габаритный размер	не более 155x100 мм
22	Перегрузочная способность	не менее 200% от ВПИ
23	Предельное давление перегрузки	не менее 400% от ВПИ

2.7.1.3. Датчик уровня УЛМ-11А1

Бесконтактный радарный уровнемер УЛМ-11А1 ориентирован на решение общетехнологических задач измерения уровня в различных резервуарах с жидкими продуктами и сыпучими материалами. Благодаря отсутствию контакта

с измеряемым продуктом уровнемер УЛМ-11А1 идеально подходит для измерения уровня большинства как нейтральных, так и агрессивных, взрывоопасных, пищевых и высоковязких продуктов. Сочетает в себе оптимальную цену, высокую надежность и точность измерений.

Уровнемер УЛМ-11А1 используют для измерения уровня кислоты (серной, соляной, азотной, плавиковой и т.д.), щелочи, воды, различных растворов, химикатов, нефти, темных и светлых нефтепродуктов, мазута, битума, спирта, газового конденсата, цемента, руды, щебня, песка, угля, угольной пыли, щепы, древесной шлифпыли, сажи (технического углерода) и т.д.

Особенности:

- взрывозащищенное исполнение;
- надежное измерение уровня жидких продуктов и сыпучих материалов;
- бесконтактное измерение уровня агрессивных продуктов;
- оптимальное соотношение цена/точность измерения;
- имеется исполнение для измерения уровня в автоцистернах;



Рисунок 2.9 – Внешний вид уровнемера

Таблица 2.5 – Технические характеристики уровнемера

№	Наименование	Значение
1	Максимальная абсолютная погрешность измерения уровня	±3мм
2	Диапазон измерения уровня	0,6 ÷ 30м
3	Ширина измерительного луча	150
5	Температура контролируемого продукта	не ограничена
4	Рабочая температура окружающей среды в месте установки уровнемера	от -60 до +500С обогревающий кожух не требуется
6	Напряжение питания	24В постоянного тока, либо 220В 50Гц
7	Исполнение	Взрывозащищенное, 1ExdПВТ6
8	Цифровой интерфейс	RS485, Modbus RTU
9	Аналоговый выход	4-20 мА

2.7.2. Выбор исполнительных устройств

2.7.2.1. Задвижка 30с941нж Ду 100

Задвижка 30с41нж изготовлена для применения на трубопроводах и магистральных рабочих сред в качестве запорной арматуры. Основной рабочей средой трубопроводов, на которых устанавливается 30с41нж являются: вода, воздух, пар, аммиак, природный газ, нефть, нефтепродукты, жидкие и газообразные углеводородные среды. При максимальном давлении среды в магистрали 1,6 Мпа (16кгс/с м²) и максимальной рабочей температуре до +425 СС. Конструктивной особенностью задвижки 30с41нж является применение двухдискового клина. Как и у многих остальных задвижек этого класса у 30с41нж сальниковое уплотнение шпинделя. Когда затвор находится в верхнем положении шпиндель получает уплотнение с конической поверхностью в крышке.

Для автоматического управления задвижкой необходим электропривод.

SQEx 10.2 неполнооборотный привод с трехфазным электродвигателем переменного тока для режима «Открыть-Заккрыть».

Взрывозащищенные неполнооборотные электроприводы АУМА эксплуатируются при температуре окружающей среды от -63 до +60 градусов. Маркировка взрывозащиты - 1Exd(e)IICT4/T3 (согласно ТР ТС). Приводы могут эксплуатироваться в подземных выработках шахт и рудников, а также во взрывоопасных зонах.

2.7.2.2. Насос В-NMS4 80/315А-В

Центробежные моноблочные насосы Calpeda NM4 и NMS4 с двигателями 1450 об/мин для нефтепродуктов предназначены для перекачивания взрывоопасных жидкостей, изготовленных на основе нефти и имеющих температуру от минус 40 до плюс 50 °С, вязкость до 10^{-4} м²/с.

Насосы моноблочные Calpeda для нефтепродуктов разработаны для эксплуатации во взрывоопасных зонах, а также в помещениях и наружных установках, в которых существует опасность образования взрывоопасных горючих газов, паров или пыли с воздухом. Максимальная производительность насосов NM4 и NMS4 — 100 м³/ч.

Нормальновсасывающие, одноступенчатые, консольно-моноблочные центробежные насосы с горизонтальным всасывающим патрубком, вертикальным напорным патрубком и горизонтально расположенным валом. Насосы с двигателями до 15 кВт имеют общий вал двигатель — насос; насосы с двигателями от 18,5 до 75 кВт имеет дополнительный опорный подшипник насосной части. Корпус насоса с осевым всасывающим патрубком и верхним радиальным подающим раструбом, основные размеры и тех характеристики в соответствии с EN 733.

Эксплуатационные ограничения насосов CALPEDA NM4 и NMS4:

- Температура жидкости от -40°С до +50°С со стандартным уплотнением вала.
- Температура окружающего воздуха не более 40°С.

- Манометрическая высота всасывания не более 7 м.
- Максимально допустимое конечное давление в корпусе насоса 10 бар.
- Непрерывный режим эксплуатации.

Электродвигатель насосов CALPEDA NM4 и NMS4.

Полностью закрытый стандартный электродвигатель, охлаждаемый вентилятором. Размеры соответствуют стандартам IEC и DIN. Асинхронный четырехполюсный, частота 50 Гц (количество оборотов $n = 1450$ об /мин)

NM4 и NMS4 трехфазный до 3 кВт — 230/400 В ($\pm 10\%$), от 4 до 75 кВт — 400/690 В ($\pm 10\%$).

2.7.3. Выбор регуляторов

Терморегуляторы ОВЕН могут использоваться для измерения и регулирования температуры, давления, влажности, расхода и других физических величин в системах отопления и водоснабжения, в сушильных шкафах, печах, пастеризаторах, в холодильной технике и другом технологическом оборудовании.

Отличительные особенности терморегуляторов ОВЕН:

- Наличие универсальных входов для подключения большого количества различных датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.
- Расширенный температурный диапазон: могут работать при температуре от -20 до $+50$ °С.
- Изготавливаются в различных исполнениях – для монтажа на дверцу щита, настенное и DIN-реечное.
- Наличие модификаций приборов со съемными клеммниками.
- Наличие порта RS-485 и поддержка протоколов ОВЕН и ModBUS.

Терморегуляторы ОВЕН находят широкое применение в любых отраслях промышленности, благодаря своим особенностям и функциональным возможностям, например, пищевой, машиностроительной, металлургической, химической, деревообрабатывающей, нефтехимической, упаковочной, а также в энергетике и сфере жилищно-коммунального хозяйства.

ТРМ 138-Р.Щ7 – прибор в корпусе щитового крепления Щ7 с размерами 144 × 169 × 50,5 мм и степенью защиты со стороны лицевой панели IP54.

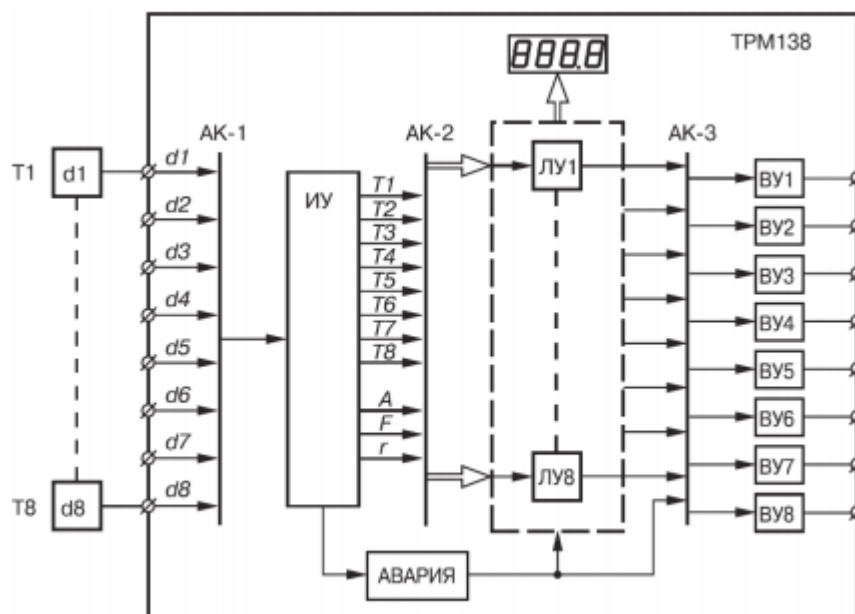


Рисунок 2.10 – Функциональная схема прибора

Функциональная схема включает следующие составные части:

- d1 – d8 – входные первичные преобразователи (датчики) для контроля физических параметров объекта;
- АК-1 – автоматическое устройство коммутации сигналов первичных преобразователей для их передачи измерительному устройству;
- ИУ – измерительное устройство для преобразования сигналов датчиков в цифровые значения контролируемых ими параметров, а также для вычисления необходимых для работы прибора математических величин;

- АК-2 – автоматическое устройство коммутации измеренных входных параметров для их передачи логическим устройствам;
- ЛУ1 – ЛУ8 – логические устройства для формирования сигналов управления ВУ и для вывода измеренных значений входных параметров на ЦПУ;
- АК-3 – автоматическое коммутационное устройство для передачи сигналов ЛУ на ВУ;
- ВУ1 - ВУ8 – ВУ для согласования сигналов управления (сформированных ЛУ1 - ЛУ8) с работой внешнего оборудования, осуществляющего регулирование параметров объекта или контроль за его состоянием [5].

Измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 138 предназначен для измерения, регистрации и регулирования температуры, давления либо другого физического параметра, одновременного управления несколькими (до 8-ми) исполнительными механизмами, а также для регистрации измеренных параметров на ЭВМ.

Терморегулятор применяется в многозонных печах, в системах защитной автоматики [4].

Таблица 2.6 – Технические характеристики регулятора

№	Наименование	Значение
1	Напряжение питания	90...245 В частотой 47...63 Гц
2	Входное сопротивление при подключении источника сигнала:	
3	– тока	100 Ом \pm 0,1 % (при подключении внешнего резистора)
4	– напряжения	не менее 100 кОм
5	Количество универсальных входов	1...8
6	Предел допустимой основной погрешности измерения входного параметра	\pm 0,25 %
7	– при использовании термопары	\pm 0,5 %
8	Напряжение питания активных датчиков	20...28 В постоянного тока
9	Время опроса одного входа	не более 1 с
10	Количество выходных устройств	8

Таблица 2.6 – Технические характеристики регулятора (продолжение)

11	Максимально допустимый ток	150 мА
12	Тип интерфейса связи с ЭВМ	RS-485
13	Тип кабеля	экранированная витая пара
14	Скорость передачи данных	2.4; 4.8; 9.6; 14.4; 19.6; 28.8; 38.4; 57.6; 115.2 кбит/с
15	Степень защиты корпуса	IP54 со стороны передней панели
16	Тип и габаритные размеры корпуса	щитовой Щ4, 96x96x145 мм

2.8. Разработка алгоритмов управления

Одним из этапов проектирования является разработка алгоритма автоматического регулирования технологического процесса орошения. Для исключения тяжелых продуктов в верхнюю часть колонны, пары периодически направляют в теплообменник. Сконденсированные в теплообменник вещества возвращают на одну из нижних тарелок.

Алгоритм должен обеспечивать контроль работы перегона бензиновой фракции. При превышении температуры в верхней части ректификационной колонны свыше 140°C производится включение насосного агрегата. Отключение насосного агрегата производится при снижении температуры в верхней части ректификационной колонны ниже 100°C. Контроль температура осуществляется с помощью приборов ТРМ138.

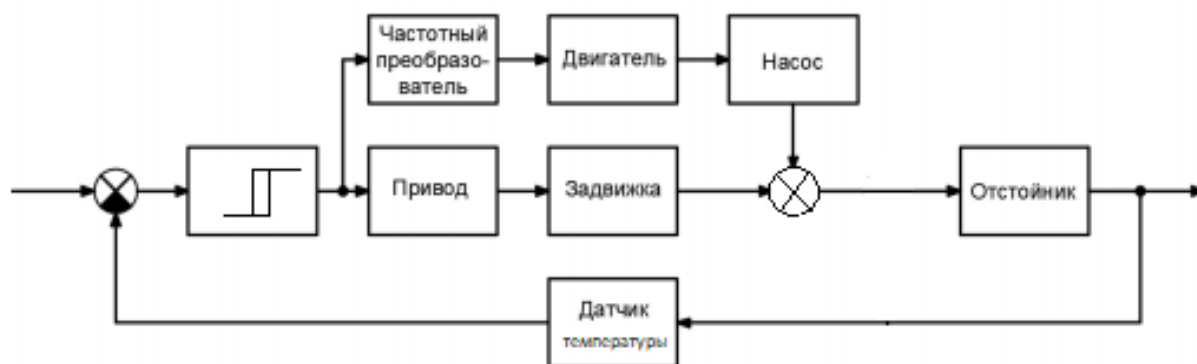


Рисунок 2.11 – Функциональная схема алгоритма управления

2.9. Сравнительный анализ SCADA систем

2.9.1. RapidSCADA

Rapid SCADA включает в себя драйвера, которые обеспечивают обмен данными с широким спектром устройств, используя распространённые стандарты связи, а также специализированные протоколы обмена данными от производителей оборудования. Новые драйвера могут быть реализованы как разработчиками Rapid SCADA, так и сторонними разработчиками. Архитектура программного комплекса позволяет создавать дополнительные модули, которые выполняют обмен данными с внешними системами и базами данных.

Используя стандартные протоколы обмена данными, поддерживаемые Rapid SCADA, можно подключить огромное количество устройств от различных производителей.

Таблица 2.7 - Поддерживаемые стандарты связи

Наименование	Поддержка	Описание
Modbus	Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP	Простой и надёжный, Modbus стал де-факто стандартным и широко распространённым протоколом связи для подключения промышленных контроллеров.
SNMP	Get, Set	Стандартный интернет-протокол для управления устройствами в IP-сетях. К поддерживающим SNMP устройствам относятся маршрутизаторы, коммутаторы, серверы, рабочие станции, принтеры, модемные стойки и другие.
SMTP	Отправка e-mail уведомлений	Широко используемый сетевой протокол для передачи электронной почты.
OPC	OPC DA, OPC AE	Стандарт определяет передачу данных реального времени от контроллеров различных производителей.

Таблица 2.7 - Поддерживаемые стандарты связи (продолжение)

MQTT		Упрощённый сетевой протокол, работающий поверх TCP/IP. Используется для обмена сообщениями между устройствами по принципу издатель-подписчик.
AT command set	Отправка и приём SMS	AT command set (Hayes command set) состоит из серии коротких текстовых команд, таких как набор номера, завершение соединения, изменение параметров подключения и т.д. Подавляющее большинство модемов используют AT command set в различных вариациях.

Rapid SCADA позволяет экспортировать данные в реальном времени в базы данных Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL и MySQL, используя родные драйвера, а также в любые другие базы данных, поддерживающие набор интерфейсов OLE DB.

Таблица 2.8 – Основные характеристики программного комплекса

Характеристика	Значение
Семейства поддерживаемых ОС	Windows, Linux
Макс. количество входных каналов	65535
Макс. количество каналов управления	65535
Макс. количество линий связи	65535
Макс. количество КП (устройств)	65535
Мин. период обновления текущих данных	1 секунда
Мин. период сохранения архивных данных	1 минута
Макс. длительность хранения архивных данных	10 лет
Автоматическое создание резервной копии данных	Есть
Возможность аутентификации на основе Active Directory	Есть
Протокол обмена данными между приложениями комплекса	TCP
Ведение журналов работы приложений и действий пользователей	Есть

Таблица 2.8 – Основные характеристики программного комплекса
(продолжение)

Функция запрета команд телеуправления	Есть
Возможность наращивать функциональность собственными модулями	Есть
Открытая архитектура, протоколы обмена данными, форматы файлов	Да

К недостаткам программного комплекса Rapid SCADA относятся:

- в качестве контролируемых устройств системы применяются электросчётчики, теплосчётчики, охранно-пожарные контрольно-приёмные приборы, контроллеры доступа и др. оборудование;
- Визуализация имеет ограничения, отсутствует возможность построения графиков.

2.9.2. MasterSCADA

Функциональность MasterSCADA может быть расширена за счет использования дополнительных модулей. В базовую функциональность входит: среда разработки, OPC DA и OPC HDA клиент, внутренний архив данных, сообщений и документов, редактор мнемосхем, модуль трендов и модуль журналов, редактор отчетов, базовые библиотеки функциональных блоков, обработка данных, формирование расписаний и событий. В опциональный набор входят: возможность создания сетевого проекта, резервирование, взаимодействие с базами данных (хранение данных и сообщений, выполнение хранимых процедур, экспорт архивов), отраслевые (тепло- и электроэнергетика, вентиляция и кондиционирование) библиотеки функциональных блоков, модули отправки и приема сообщений SMS, E-mail, интернет-клиент, модули паспортизации и метрологической поверки, шаблоны отчетов для АСКУЭ [2].

Разработка проекта производится в единой интегрированной среде (независимо от модульного состава программы). Основным способом создания структуры проекта является установление связей между элементами проекта (объек-

тами, функциональными блоками и переменными) в дереве объектов. При дублировании, копировании связи могут восстанавливаться. При создании проекта могут использоваться стандартные функциональные блоки (ФБ исполнительных механизмов, математические блоки, обработка сигналов и т.д.), либо самостоятельно разработанные пользователем на языках ST, FBD и C#. Для каждого элемента проекта могут быть созданы любые поддерживаемые внутренними редакторами документы — мнемосхемы, тренды, журналы, отчеты, а также документы, создаваемые внешними редакторами (например, из комплекта Microsoft Office), совместимыми с технологией ActiveX.

Можно скрыть определенные объекты или функциональные блоки в дереве системы. Это позволит ограничить использование переменных из внешних объектов, что упрощает сохранение объекта в библиотеке для повторного использования.

При копировании объектов все настройки наследуются от родительского объекта. В последних версиях MasterSCADA добавлены «объекты-шаблоны». Если объект объявлен шаблоном, то все (или частичные) изменения в шаблоне могут быть перенесены в экземпляры (наследники) объекта. Наследование объектов ускоряет создание и отладку проектов.

Допускается многократное использование одного и того же объекта со всеми созданными для него документами, в том числе при разработке различных систем. При копировании объекта или сохранении его в библиотеке все его настройки, документы и внутренние связи будут сохранены, внешние связи могут быть восстановлены автоматически или пользователь может расставить их вручную. Это позволяет создавать объекты для одной системы параллельно независимыми разработчиками. Структура объекта может быть открыта и закрыта его автором от разработчика проекта. Объект имеет список внешних входов-выходов. Внешние связи открытого объекта могут быть установлены напрямую с его внутренними элементами, либо через список. Для закрытых объектов уста-

новление связей возможно только через список внешних входов-выходов. Возможность скрытия внутренней структуры объектов в проекте или при его помещении в библиотеку позволяет защищать авторские права разработчиков.

Среда разработки MasterSCADA бесплатна.

Недостатком MasterSCADA является то, что в Демо-версии содержатся все модули и опции, и она не имеет ограничений по количеству тегов, но имеет ограничение на время работы — 1 час, после чего требуется перезапуск. Существует также бесплатная версия на 32 тега, которая имеет ограничение на 32 точки, и не содержит дополнительных модулей и опций.

2.9.3. FreeSCADA

Пакет FreeSCADA является свободно распространяемой версией программного продукта Телескоп+. В пакет включены приложения Дизайнер форм и Пульт диспетчера.

В приложении Пульт диспетчера идет наблюдение за состоянием технологического оборудования и системы управления, получение срочные сообщения о нарушениях технологического процесса.

В приложении Дизайнер форм присутствует возможность разработки панели диспетчера.

По сравнению с коммерческой версией ПО Телескоп+ Дизайнер форм имеет следующие ограничения:

- Отображение только текущих данных, без архивной информации
- Не поддерживается взаимодействие с базой данных
- Не поддерживается дерево объектов
- Не поддерживается просмотр отчетов и стандартный вывод сообщений об авариях
- Работа организована на одном компьютере.

2.9.4. SoloSCADA

SCADA-система SoloScada является Web ориентированной системой. Отображение технологического процесса производится в браузере или приложении клиент. Использование HTML5, JavaScript даёт возможность отображать мнемосхемы, таблицы, графики непосредственно в браузере на любом мобильном устройстве и компьютере. Благодаря векторной графике SVG мнемосхема автоматически масштабируется под разные разрешения экранов и разные размеры экранов браузеров.

SCADA-система позволяет получать данные от нескольких OPC-серверов, по протоколу ModBus. С помощью графического редактора можно нарисовать мнемосхему из графических примитивов, создавать свою библиотеку изображений, вставлять на мнемосхему различные готовые SVG-изображения, созданные в других более продвинутых редакторах. Можно создавать кнопки перехода на другие мнемосхемы. Есть изменение атрибутов (размера, цвета, положения) графических примитивов во время исполнения для визуализации технологического процесса

Поддержка получения данных по протоколу ModBus. ModBus-RTU, ModBus-TCP или ModBus-RTU поверх TCP.

Самостоятельная реализация обмена с контроллерами через COM-порт и TCP/IP для получения с них данных с помощью скриптов.

Есть возможность добавления в проект собственных html-страниц. Графики, таблицы отчеты. Их можно создавать самому, таким образом обеспечивается гибкость.

Имеется расширяемое API взаимодействия клиента (Web-браузера) с сервером через json-формат.

Поддержка пользовательских скриптов. Скрипты исполняются периодически, при изменении значения переменной, при запуске сервиса, при остановке

сервиса. Так же с помощью скриптов можно самому сгенерировать Json-файл в ответ на запрос Web-клиента.

Работа с несколькими разными базами данных MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, SQLite одновременно. Вы сами можете создавать таблицы с нужным форматом под конкретную задачу.

Также имеется архивирование в файлы. Есть заготовки для просмотра данных из файловых архивов.

Управление правами пользователей: добавление новых, редактирование прав существующих пользователей.

Работа с алармами. Разделение важности сигналов (Аварийная и предупредительная сигнализация)

Текущие данные не остаются в сервере, их можно вытащить в другие SCADA-системы с помощью стандартных протоколов обмена:

- Передача данных с помощью OPC UA (Unified Architecture).
- Передача данных по протоколу ModBus RTU через 2 COM-порта.
- Передача данных по протоколу ModBus TCP нескольким клиентам через 2 TCP-порта.
- Передача данных по протоколу ModBus RTU поверх TCP нескольким клиентам через 2 TCP-порта.
- Передача данных по протоколу МЭК-60870-5-104 8-ми клиентам через один TCP-порт.
- Настройка передачи данных только определенным IP-адресам.

ПО рассчитано на работу с 10000 переменных.

Есть возможность быстрого импорта тэгов из csv-файла.

Главным недостатком является ориентирование на Web-сервис.

2.9.5. OpenSCADA

Система OpenSCADA предназначена для сбора, архивирования, визуализации информации, выдачи управляющих воздействий, а также других родственных операций, характерных для полнофункциональной SCADA системы. Благодаря высокому уровню абстракции и модульности система может использоваться во многих смежных областях [3].

Система OpenSCADA может применяться:

- на промышленных объектах в качестве полнофункциональной SCADA системы;
- во встраиваемых (embedded) системах в качестве среды исполнения в том числе внутри PLC (программируемых логических контроллерах);
- для построения различных моделей (технологических, химических, физических, электрических процессов);
- на персональных компьютерах, серверах и кластерах для сбора, обработки, представления и архивации информации о системе и её окружении.

Внешне, OpenSCADA состоит из трех основных компонентов - модуля визуализации, модуля конфигурирования, и модуля настройки интерфейса визуализации.

Модуль визуализации – это рабочее место оператора АСУ ТП. Рабочее место показывает данные в различных формах, актуальные данные мониторинга, позволяет просмотреть значения параметров за любой промежуток времени, воспринимает команды управления, отданные оператором.

Основная настройка работы всей OpenSCADA системы происходит в модуле конфигурирования. В нем происходит настройка подсистемы сбора данных, указываются какие данные от датчиков, через какие транспортные порты будут передаваться. Часто данные от датчиков поступают в "сыром" виде, и чтобы при-

вести их к понятным физическим размерностям, надо сделать над такими данными некоторые математические действия. В OpenSCADA есть встроенный Java-подобный язык, который позволяет делать любые вычисления над используемыми в среде значениями. Кроме того можно указать логику слежения за значениями датчиков, и при различных отклонениях можно выдавать различные управляющие сигналы.

Поддерживаемые платы ввода:

- Платы сбора данных от “Diamond systems”.
- Доступ к логическим контроллерам посредством протокола "ModBUS".
- Сбор данных сетевых устройств посредством протокола SNMP.

Доступ к высокоинтеллектуальным логическим контроллерам посредством протокола

MPI и коммуникационного процессора CIF 50 PB, немецкой фирмы Hilscher GMBH.

В модуле конфигурирования так же настраивается архивирование данных. Архивы могут храниться в разных форматах и физически, для обеспечения надежности, могут даже располагаться на другом компьютере, используя базу данных, которая поддерживает репликацию.

Недостатком среды разработки OpenSCADA является возможность разработки и режима работы только на ОС Linux.

2.10.Выбор SCADA системы

В процессе анализа существующих на отечественном рынке систем диспетчерского контроля и визуализации был проведен сравнительный анализ следующих программных пакетов:

- RapidSCADA

- MasterSCADA
- FreeSCADA
- SoloSCADA
- OpenSCADA

По итогу анализа для данной работы была выбрана SCADA система MasterSCADA, разработанная компанией ИнСАТ, которая является низкобюджетной, вертикально интегрированной и легко расширяемой в зависимости от сложности объекта.

2.11. Разработка экранных форм

Приведенные в данном пункте мнемосхемы SCADA-системы показывают функциональные возможности управления технологическими процессами нефтеперерабатывающего завода оператором.

Разработанная SCADA система в MasterSCADA позволяет оператору осуществлять переключение между экранными формами. Интерфейс АРМ оператора поддерживает все функции дистанционного контроля и управления технологическим процессом, доступные оператору на реальном АРМ.

На мнемосхеме оператор обладает возможностью просмотра показаний датчиков, состояния исполнительных механизмов и может осуществлять управление ими. Имеется доступ к отслеживанию трендов и просмотру оперативных сообщений. Графический интерфейс АРМ позволяет управлять технологическими режимами установки в целом, а также отдельными характеристиками сырья и продукта НПЗ.

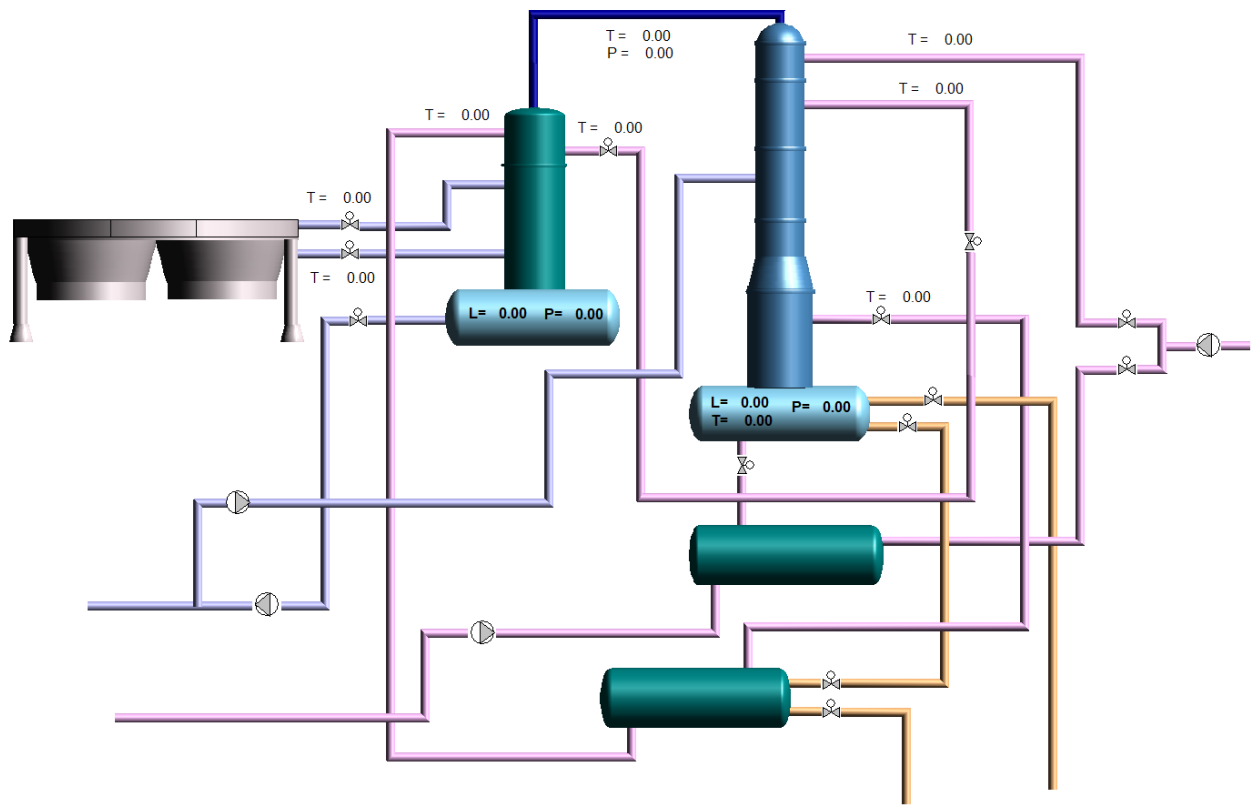


Рисунок 2.12 – Разработка мнемосхемы

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕ-
РЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т4Б	Мироновой Екатерине Владимировне

Инженерная школа	Инженерная школа информа- ционных технологий и робо- тотехники	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматиза- ция технологических процессов и произ- водств»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет стоимости ресурсов
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расчет расходования ресурсов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение анализ: Потенциальные потребители результатов исследования, конкурентные технические решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, SWOT-анализ, FAST -анализ, определение возможных альтернатив проведения НИ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИ, бюджет НИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения

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	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Хаперская Алена Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4Б	Миронова Екатерина Владимировна		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка полнофункциональной низкобюджетной диспетчерского управления и сбора данных на примере объекта НПЗ «Сафоново». Достичь поставленной задачи планируется при помощи использования надежных и бюджетных составляющих.

3.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследований являются организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности занимающиеся очисткой и подготовкой нефтепродуктов. Для данных предприятий индивидуально разрабатывается система диспетчерского управления для установки комплексной подготовки нефти.

В нефтегазовой отрасли помимо НПЗ «Сафоново» данной разработкой могут воспользоваться такие компании как «Роснефть», «Башнефть», «Татнефть».

В таблице 3.1 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования

Критерий		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер	Крупные	+	+	+	+
	Средние	+	+	+	+
	Мелкие	+	+	+	-

Согласно карте сегментирования, можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

3.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ приведен в таблице 3.2

Таблица 3.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией	Проект АСУ ТП	Существующая система управления	Разработка АСУ ТП сторонней компанией
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
2. Удобство в эксплуатации	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
3.Помехоустойчивость	0,06	5	4	5	0,3	0,24	0,3
4.Энергоэкономичность	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
5.Надежность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
6.Безопасность	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
7.Потребность в ресурсах памяти	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25

Таблица 3.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (продолжение)

8. Функциональная мощность	0,05	5	3	5	0,25	0,15	0,25
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность	0,05	4	3	4	0,2	0,15	0,2
2.Уровень проникновения на рынок	0,05	0	5	5	0	0,25	0,25
3.Цена	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4.Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
5.Послепродажно обслуживание	0,08	5	4	5	0,4	0,32	0,4
Итого	1	59	58	65	4,34	4,01	4,61

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая система диспетчерского управления проигрывает разработкам других компаний. Но значительно выигрывает по цене, а следовательно, и по экономическим параметрам в целом. После выхода на рынок и представления потребителям своего продукта возможно стать эффективнее, предлагая лучшую цену для качественного и надежного продукта с хорошим послепродажным обслуживанием.

3.3. SWOT-анализ

Для исследования внутренней и внешней среды проекта был проведен комплексный анализ научно-исследовательского проекта – SWOT анализ.

Итоговая матрица SWOT-анализа, полученная в результате реализации всех этапов исследования, приведена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны: С1. Низкая стоимость. С2. Широкая область применения. С3. Минимальные затраты ресурсов на обслуживание. С4. Высокая надежность системы.	Слабые стороны: Сл1. Недостаток средств финансирования. Сл2. Отсутствие клиентской базы. Сл3. Недостатки рекламной политики. Сл4. Недостаток положительных отзывов.
Возможности: В1. Увеличение спроса. В2. Выход на иностранный рынок. В3. Расширение диапазона предоставляемых услуг. В4. Повышение стоимости услуг конкурентов.	Низкая стоимость позволит быстро увеличить объем прибыли, расширить границы сбыта и клиентской базы. Обширная направленность позволит быстро увеличить спрос.	Высокие начальные затраты уменьшат и не позволят воспользоваться высоким спросом в полной мере. Расширение диапазона позволит нарастить клиентскую базу и сгладит минусы в рекламной компании.
Угрозы: У1. Отсутствие потребности на новые технологии. У2. Увеличение конкуренции. У3. Нестабильность экономической ситуации в стране. У4. Снижение спроса.	Низкая стоимость и минимальные затраты ресурсов на обслуживание улучшат конкурентную позицию, потребительскую способность, сгладят экономический кризис и не позволят спросу уменьшиться.	Высокие начальные затраты, увеличение конкуренции и нестабильная экономическая ситуация могут ослабить интерес покупателей.

Таким образом, сильные стороны проекта удовлетворяют его возможностям. Наличие оборудования и программного обеспечения, а также простота эксплуатации позволяют использовать практически все возможности для развития исследований. Однако, слабые стороны проекта в сочетании с внешними угрозами ставят под вопрос будущее развитие проекта. Для их минимизации необходимо повысить уровень квалификации разработчиков.

3.4. Планирование научно-исследовательских работ

3.4.1. Структура работы в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;

- построение графика проведения научных исследований.

Для реализации проекта необходимы исполнители в лице руководителя и инженера. Перечень этапов, работ и исполнителей приведен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ ра-боты	Содержание работы	Должность исполнителя
Постановка задачи	1	Подбор и изучение материалов по теме, определение целей, преследуемых разработчиками	Руководитель
Разработка технического задания - ТЗ	2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент
Теоретические исследования	3	Календарное планирование по теме	Руководитель, студент
	4	Выбор способа решения задач	Студент
	5	Разработка примерных лабораторных работ	Студент
Экспериментальные исследования	6	Сборка оборудования	Студент
	7	Оптимизация аппаратной части	Студент
	8	Создание программной части лабораторных работ	Студент
	9	Тестирование и отладка	Руководитель, студент
	10	Оценка полученных результатов	Руководитель
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	11	Проведение технико-экономических расчетов и оценка безопасности и экологичности проекта	Студент

3.4.2. 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 ожидаемого значения трудоемкости $t_{ож}$ используется формула (1):

$$T_{ожі} = \frac{3T_{\min} + 2T_{\max}}{5}, \quad (1)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобной и наглядной формой представления графика проведения работ является ленточный график в форме диаграммы Ганта. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

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

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66} = 1.22, \quad (4)$$

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

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

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

Полученные данные сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы						Длительность работы в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работы в календарных днях, T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ож}}$, чел-дни		Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент				
Подбор и изучение материал в по теме, определение целей, преследуемых разработчиком	1		4				2,2		3	
Составление и утверждение технического задания	3	3	5	5	3,8	3,8	1,9	3	3	3
Календарное планирование работы по теме	1	1	3	3	1,8	1,8	0,9	0,9	2	2
Выбор способа решения задач		2		4		2,8		2,8		4
Разработка примерных лабораторных работ		4		8		5,6		5,6		7

Таблица 3.6 – Временные показатели проведения научного исследования (продолжение)

Сборка оборудования		2		4		2,8		2,8		4
Оптимизация аппаратной части		1		6		3		3		4
Создание программной части лабораторных работ		5		10		7		7		9
Тестирование и отладка	2	2	5	5	3,2	3,2	1,6	1,6	2	2
Оценка полученных результатов	3		6		4,2		4,2		6	
Проведение технико-экономических расчетов и оценка безопасности и экологичности проекта		4		8		5,6		5,6		7

3.4.4. Разработка графика проведения научного исследования

На основе полученной таблицы строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ с разбивкой по месяцам и декадам. График работ приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Календарный план-график выполнения проекта

№	Содержание работы	Исполнитель	Т _{кi} , кал.дн	Продолжительность выполнения работ											
				март			апрель			май			июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Подбор и изучение материалов по теме, определение целей, преследуемых разработчиками	Руководитель	3	■											

Таблица 3.7 – Календарный план-график выполнения проекта (продолжение)

2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент	3																	
3	Календарное планирование по теме	Руководитель, студент	2																	
4	Выбор способа решения задач	Студент	4																	
5	Разработка примерных лабораторных работ	Студент	7																	
6	Сборка оборудования	Студент	4																	
7	Оптимизация аппаратной части	Студент	4																	
8	Создание программной части лабораторных работ	Студент	9																	
9	Тестирование и отладка	Руководитель, студент	2																	
10	Оценка полученных результатов	Руководитель	6																	
11	Проведение технико-экономических расчетов и оценка безопасности и экологичности проекта	Студент	7																	

3.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.5.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (5)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 3.8 сведены данные о материальных затратах на научное исследование.

Таблица 3.8 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.,руб.	Затраты на материалы, руб.
Исполнение 1				
Датчик температуры "ДТС015М-100М.0,5.200.МГ.И[17]"	Шт.	9	2773	24957
Датчик давления "ПД100-ДИВ1,5-115-0,25-EXD"	Шт.	3	11800	35400
Датчик уровня "УЛМ-11А1"	Шт.	2	41300	82600
Насос "В-NMS4 80/315А-В"	Шт.	4	221675	886700
Задвижка "30с941нж Ду 100"	Шт.	5	196000	1176000
Электропривод "AUMA SQEx 10.2"	Шт.	5	137700	550800
Измеритель-регулятор ТРМ138	Шт.	2	12803	25606
Итого				2782063

Таблица 3.8 - Материальные затраты (продолжение)

Исполнение 2				
Датчик температуры "ДТС015М- 100М.0,5.200.МГ.И[17]"	Шт.	9	2773	24957
Датчик давления "ПД100-ДИВ1,5-115- 0,25-EXD"	Шт.	3	11800	35400
Датчик уровня "УЛМ- 11А1"	Шт.	2	41300	82600
Насос "В-NMS4 80/315А-В"	Шт.	4	221675	886700
Задвижка "30с941нж Ду 100"	Шт.	5	196000	1176000
Электропривод "АУМА SQEx 10.2"	Шт.	5	137700	550800
Siemens S7-300	Шт.	1	156800	156800
Итого				2913257

При использовании ПЛК, стоимость которого может достигать до 1 миллиона рублей, бюджет НТИ увеличится в значительное количество раз. Следовательно, используя локальные технические средства, мы можем сократить затраты на разрабатываемую систему.

3.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной техники, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Расчет по приобретению спецоборудования включены в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 - Расчет бюджета на приобретение спецоборудования

Наименование	Цена за ед.,руб.	Количество	Сумма, руб.
MasterSCADA	12000	1	12000
Итого			12000

3.5.3. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, и дополнительную заработную плату:

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (6)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20% от основной).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (7)$$

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

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн.

Среднедневная зарплата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\partial}}, \quad (8)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_{∂} – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Баланс рабочего времени приведен в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (праздники/ выходные)	66	66
Потери рабочего времени (отпуск/невыходы по болезни)	50	60
Действительный годовой фонд ра- бочего времени	249	239

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p, \quad (9)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3;

k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 для Томска.

Месячный должностной оклад работников Томского политехнического университета указан в «Таблице окладов ППС и НС» ТПУ.

Расчет основной платы представлен в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Расчет основной заработной платы

Исполни- тели	Z_{TC}	k_{np}	k_{∂}	k_p	Z_M	$Z_{дн}$	F_{∂}	T_p	$Z_{доп}$	$Z_{осн}$
Руководи- тель	22052	0,3	0,4	1,3	48735	2573	197	10,8	3612	27788,4
Мл. науч. сотрудник	14099	0,3	0,4	1,3	31159	1733	187	32,3	7277	55975,9
Итого:									11812	83764,3

3.5.4. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (10)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, на стадии проектирования принимается равным 0,13. Расчеты дополнительной заработной платы включены в таблицу 11.

3.5.5. Отчисление во внебюджетные фонды

В данной статье отражаются обязательные отчисления по установленным законодательствам Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда и медицинского страхования.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (11)$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Расчет отчислений приведен в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Расчет отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная з/п, руб.	Дополнительная з/п, руб.	Коэффициент отчислений	Итого для каждого	Итого
Руководитель	27788,4	3612	0,271	8509,5	25651
Студент	55975,9	7277		17141,5	

3.6. Накладные расходы

В накладные расходы должны быть включены те затраты организации, которые не попали в предыдущие статьи расходов: оплата электроэнергии, услуг связи, размножение материалов, печать и ксерокопирование материалов и т.д.

Накладные расходы определяются по формуле (12):

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

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, 16 %.

Получили следующие значения:

$$Z_{\text{накл}}(P) = 6385,6;$$

$$Z_{\text{накл}}(C) = 12863,1.$$

3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат приведено в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Расчет бюджета НТИ

Наименование статьи	Исп.1, Сумма, руб	Исп.2, Сумма, руб
1. Материальные затраты НТИ	2782063	2913257
2. Затраты на специальное оборудование для научных работ	12000	12000
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	83764,3	83764,3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	10889	10889
5. Отчисление во внебюджетные фонды	25651	25651
8. Накладные расходы	19248,7	19248,7
9. Бюджет затрат НТИ	2933616	3064810

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

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

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.

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{2933616}{3064810} = 0,96$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{3064810}{3064810} = 1$$

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (14)$$

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.

Сравнительный анализ приведен в таблице 3.14.

Таблица 3.14 - Сравнительная оценка вариантов исполнения

Критерии	Весовой коэффициент	Исп. 1	Исп. 2
Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	5
Удобство в эксплуатации	0,15	5	4
Энергосбережение	0,15	3	3
Надежность	0,20	4	3
Помехоустойчивость	0,25	4	4
Материалоемкость	0,15	4	3
ИТОГ	1	4,1	3,6

$$I_{p1} = 0,08 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,06 \cdot 5 + 0,04 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 = 1,86$$

$$I_{p2} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,20 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,6$$

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

$$I_{испi} = \frac{I_{pi}}{I_{финr}} \quad (15)$$

Результаты расчета показателей сведены в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 – Сравнительная эффективность разработок

Показатель	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный финансовый показатель	1	0,99
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,1	3,6
Интегральный показатель эффективности	4,1	3,64
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,13	

Исходя из полученных данных сравнения финансовой и ресурсной эффективности различных вариантов исполнения, несколько более эффективным является первый вариант исполнения.

Вывод:

В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» определили показатели затрат научно-исследовательской работы. Выяснили, что при использовании локальных технических средств бюджет затрат на оборудование меньше, чем при использовании ПЛК. Также получилось сократить затраты при выборе датчиков и исполнительных устройств.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т4Б	Мироновой Екатерине Владимировне

Инженерная школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Полнофункциональная система автоматизации блока нефтеперерабатывающей установки на базе локальных технических средств
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Рекомендация по выбору оборудования	Преведены ркомендации по выбору оборудования для системы автоматизации блока нефтеперерабатывающей установки.
2. Архитектура системы	Описан выбор архитектуры системы. Рассмотрены достоинства и недостатки выбранной структуры.
3. Разработка внешних проводок	Приведен выбор кабеля, удовлетворяющего требованиям устройства электроустановки во взрывоопасных зонах.
4. Разработка мнемосхемы	Приведена процедура разработки мнемосхемы в среде разработки Master-SCADA.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

-

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т4Б	Миронова Екатерина Владимировна		

4. Социальная ответственность

В этом разделе рассматриваются особенности организации рабочего места специалиста, осуществляющего работу по дистанционному управлению установкой комплексной подготовки нефти. В процессе трудовой деятельности на оператора за компьютером, оказывают воздействие различного рода производственные факторы, такие как повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, электромагнитное излучение, отсутствие или недостаток естественного освещения, а также недостаточная освещенность рабочей области. Для их предупреждения и сохранения здоровья работника предусматривается ряд мер по обеспечению безопасности трудовой деятельности. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочему месту и рабочей зоны. Проанализированы опасные и вредные факторы труда.

4.1. Рекомендации по выбору оборудования

4.1.1. Датчик уровня

На сегодняшний день существует большое количество автоматизированных систем управления различными технологическими процессами, и одной из основных задач таких процессов является контроль уровня сред. В связи с этим, производители выпускают множество типов датчиков уровня, базирующихся на различных принципах работы и применяемых с жидкими и сыпучими материалами.

В технологических процессах, где задача управления заключается во включении/отключении электродвигателей насосов, светозвуковой сигнализации или открытии/закрытии соленоидных клапанов по достижению заданного уровня, можно обойтись более экономичными и простыми сигнализаторами

На следующем этапе необходимо выбрать тип датчика: контактный или бесконтактный. Контактные датчики представлены широкой линейкой устройств и обладают большей точностью и меньшей стоимостью. Однако, такие

факторы как вспенивание, высокая вязкость среды и наличие взвесей в жидкости может привести к некорректным результатам измерения. Контактный тип датчиков наиболее устойчив к высоким температурам и давлению среды. Для контроля уровня агрессивных сред в химическом производстве, контактирующие со средой части датчика изготавливают из химически стойких пластмасс и нержавеющей стали. Вместе с тем, именно бесконтактные датчики уровня за счёт отсутствия контакта с измеряемой средой находят широкое применение в химической промышленности, невосприимчивы к пенообразованию и налипанию.

Ёмкостные и кондуктометрические датчики уровня способны работать только в токопроводящих средах, ультразвуковые датчики чувствительны к пыли, а поплавковые магнитострикционные и магниточувствительные уровнемеры не рекомендуется использовать совместно с вязкими жидкостями. В то же время, бесконтактные микроволновые радарные уровнемеры благодаря своей конструкции и принципу действия подходят для измерения уровня агрессивных, пенящихся сред в широком диапазоне температур и давлений и применимы почти в любом процессе, но стоимость таких устройств соизмерима их возможностям, поэтому следует оценить целесообразность применения радарных уровнемеров.

При выборе датчиков уровня главными особенностями являются:

- взрывозащищенное исполнение;
- надежное измерение уровня жидких продуктов и сыпучих материалов;
- оптимальное соотношение цена/точность измерения.

4.1.2. Датчик температуры

1. Интервал измеряемых величин

Необходимо проверить соответствие диапазона реальных значений и установленных на датчике. Правильно подобрать его можно, выбрав нужный тип

датчика, который характеризуется чувствительностью, а также стойкостью корпуса или защитного кожуха. К примеру, тип термопары используются для высоких температур, а тип ДТС выбирается при определении отрицательных температур.

2. Совместимость характеристик

Когда датчик температуры работает в системе с другими устройствами, важно определить их соответствие, и работу в выбранных значениях.

3. Длина датчика

Часть датчика, находящаяся в измеряемой среде, должна быть погружена на 2/3 своей длины.

4. Взрывозащищенный корпус, и работа при высоких температурах

При установке и использовании датчика температуры в сильнозагазованных или пыльных помещениях на корпус устанавливается знак Ex, а также выбирать датчик со взрывозащитой на взрывоопасных участках.

При работе датчика с температурами выше 900 С, датчики выбирайте с коммутационными головками из металла.

5. Размеры

При выборе датчика температуры необходимо учитывать размеры и место для установки. Сама конструкция должна свободно находиться в отведенном ей участке. Различные заводы-изготовители выпускают различные типо-размеры для своих приборов, это могут быть диаметры и шаг резьбы, а также длина и т.п. Например, у датчиков температуры завода Овен, применяемых в герметичных емкостях - имеется резьбовое крепление.

6. Конструкция датчика

В зависимости от области применения выбирается конструкция датчика. Различные модели имеют различный вид, например, колбасный датчик температуры имеет заостренную погружную часть, а температуру воздуха можно измерить с помощью моделей 014 и 125.

7. Срок эксплуатации

Срок работы термодатчика больше у термопары с увеличенным диаметром термоэлектрода.

8. Инерция

При необходимости наиболее устойчивого положения датчика выбирайте датчик с наименьшими габаритными размерами, пример - модели 014 или 034, термопары - 021, 031.

9. Арматура

Для простой установки датчика используются специальные гильзы и болышки для монтажа.

10. Класс допуска

Обращайте внимание на класс допуска, он отвечает за точность измерений. Например, высокоточные измерения вы сможете провести с классом А- для ДТС из платины.

11. Особенности конструкции

Как уже было отмечено выше, конструкция устройства должна подходить к общей системе. Например, для датчика нормирующего преобразователя в виде таблетки, предусмотрен датчик с увеличенным размером коммутационной головки.

12. Соединительный кабель

При установке датчиков на большом расстоянии от системы или друг друга, желательно использовать устройство с нормирующим преобразователем, это позволит снизить погрешность.

Различные типы датчиков имеют свои характеристики для установки. Например, термосопротивление - подключение по трехпроводной схеме, с равными сечениями. В качестве кабеля - медный. В термопаре же, используется специальный кабель - термокомпенсационный.

4.1.3. Датчик давления

Давление является важной физической величиной в системах контроля за технологическими процессами. Контроль давления измеряемой среды обеспечивает требуемое протекание технологического процесса, предупреждая аварийные ситуации.

Различные сферы применения определяют свои требования к приборам. В общем случае при выборе датчика давления учитывают следующее:

- тип давления (абсолютное, избыточное, разрежение, разность давлений, гидростатическое);
- диапазон измерений и возможность его перенастройки;
- метрологические характеристики (предел основной приведенной погрешности, пределы дополнительных погрешностей от влияния температуры, перегрузки, вибрации и т. д.);
- время отклика;
- рабочие условия эксплуатации (температура измеряемой среды и коррозионная устойчивость материалов конструкций, контактирующих с измеряемой средой);
- степень защиты датчика от воздействия окружающей среды.

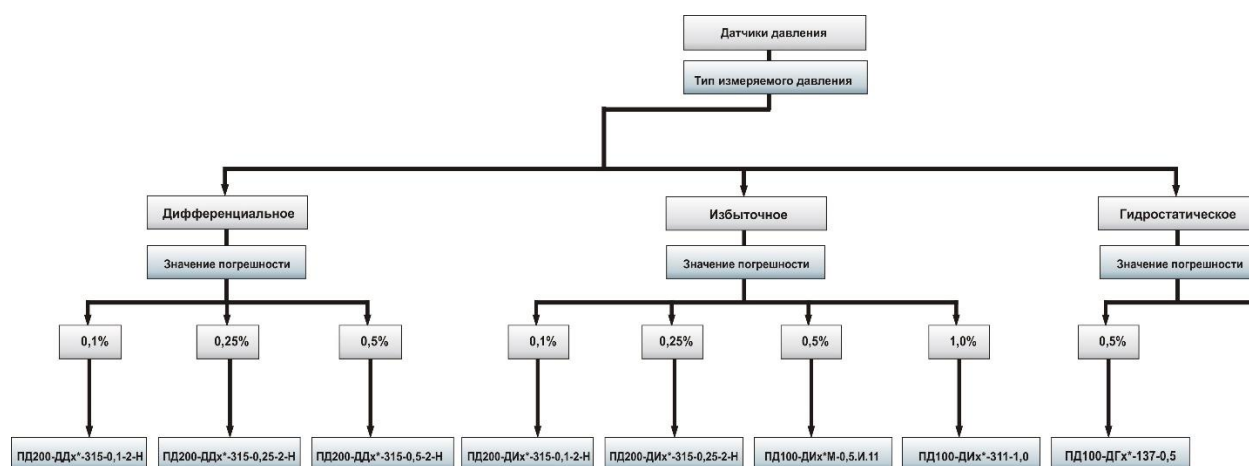


Рисунок 4.1 – Структура выбора датчика давления производства ОВЕН

4.1.4. Регулятор

Отличительные особенности необходимые для выбора регулятора:

- Наличие универсальных входов для подключения большого количества различных датчиков температуры, давления, влажности, расхода, уровня и т. п.
- Расширенный температурный диапазон: могут работать при температуре от -40 до +50 °С.
- Изготавливаются в различных исполнениях – для монтажа на дверцу щита, настенное и DIN-реечное.
- Наличие модификаций приборов со съемными клеммниками.
- Наличие порта RS-485 и поддержка протокола ModBUS.

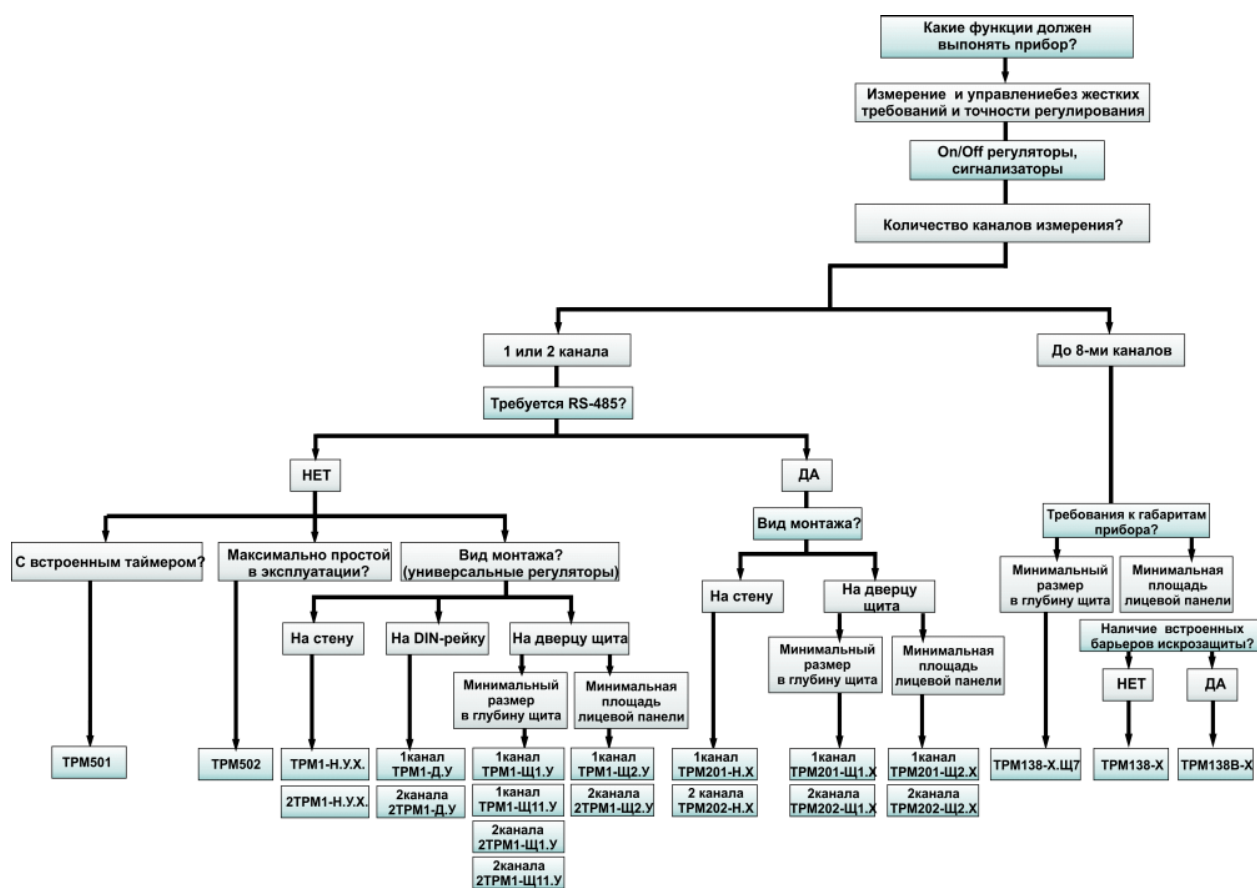


Рисунок 4.2 – Структура выбора регулятора производства ОВЕН

4.2. Архитектура системы

В децентрализованном управлении отсутствует единый центр управления. Функции такой системы перераспределяются между управляющими устройствами. В данной работе используется децентрализованная система управления.

Достоинством децентрализованной системы является высокая надежность (выход из строя одного регулятора не приводит к выводу из строя всей системы).

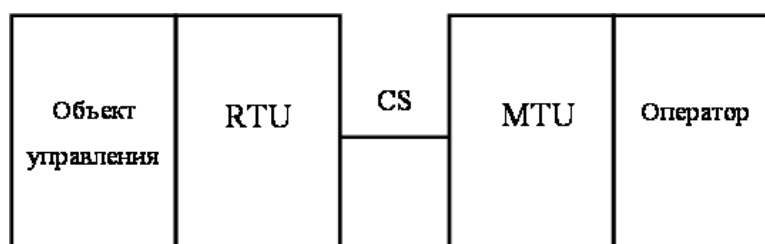


Рисунок 4.3 – Архитектура SCADA-системы

RTU (Remote Terminal Unit) – удаленный терминал.

MTU (Master Terminal Unit) – диспетчерский пункт управления.

CS (Communication System) – коммуникационная система.

4.3. Разработка схемы внешних проводок

Схема соединений внешних проводок выполнена в соответствии с ГОСТ 21.408-2013. РМ 4-6-92 – это комбинированная схема, на ней изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерном оборудовании и коммуникациях, вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов. Эта схема показывает соединения составных частей изделия (установки) и определяет провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.).

В качестве кабеля, для передачи сигналов от датчиков на регулятор, выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Для прокладки

кабеля будем использовать специальные трубы, для защиты от внешних факторов, таких как пыль, грызуны и др.

Согласно правилам устройства электроустановок во взрывоопасных зонах любого класса все приборы и установки подлежат заземлению и занулению. Значит, что все клеммные коробки, приборы, исполнительные механизмы и кабели (при необходимости) необходимо заземлить и занулить. Можно использовать систему зануления TN-C, это простая система зануления, в которой нулевой проводник N и нулевой защитный PE совмещены по всей своей длине. Совместный проводник обозначается аббревиатурой PEN.

4.4. Разработка мнемосхемы

На мнемосхеме оператор обладает возможностью просмотра показаний датчиков, состояния исполнительных механизмов и может осуществлять управление ими. Имеется доступ к отслеживанию трендов и просмотру оперативных сообщений. Графический интерфейс АРМ позволяет управлять технологическими режимами установки в целом, а также отдельными характеристиками сырья и продукта НПЗ.

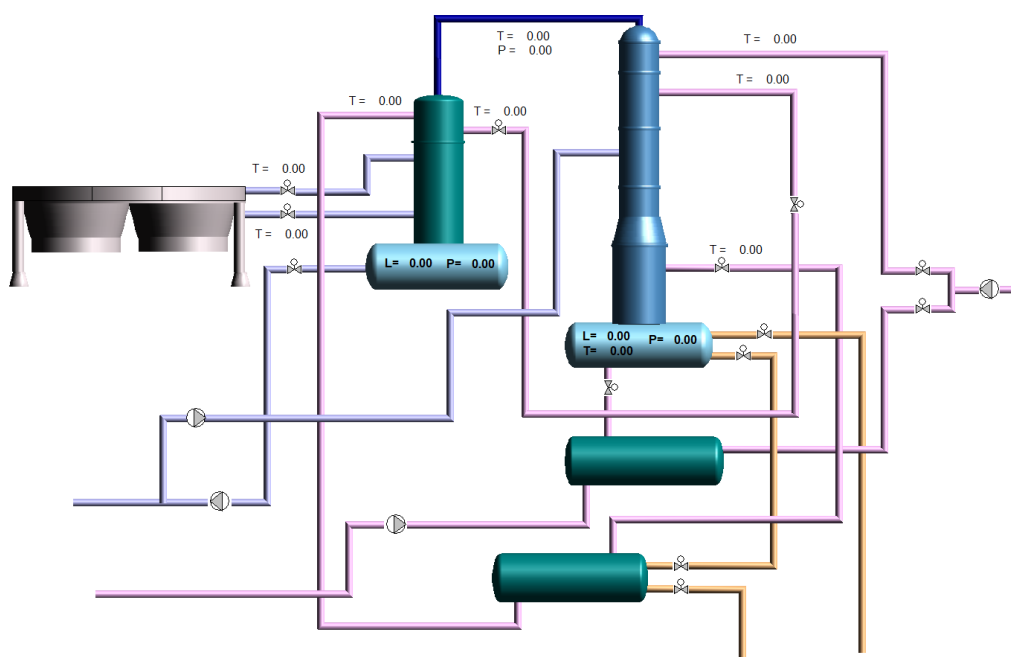


Рисунок 4.4 – Мнемосхема технологического процесса блока №1 на НПЗ «Сафоново»

Заключение

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является полнофункциональная система управления первым блоком установки атмосферной перегонки нефти, выполняющий функции отделения очень лёгких фракций углеводородов.

В ходе выполнения работы были подробно изучены процессы, протекающие при переработки, изучена технологическая схема блока НПЗ «Сафоново», г. Сафоново, Смоленской области. В результате проделанной работы были разработаны трехуровневая структурная схема АСУ ТП, функциональная и структурная схемы автоматизации.

Произведен выбор комплекса аппаратно-технических средств реализации АС, а именно были выбраны локальные приборы, датчики давления, температуры, уровня, частотный преобразователь.

Проведен сравнительный анализ бесплатных и низкобюджетных SCADA-систем. Разработана мнемосхема процесса.

В результате проведения технико-экономического анализ выявлено, что разработанная АСУ ТП позволит значительно снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Таким образом, разработанная АСУ ТП блока переработки нефти удовлетворяет всем требованиям к системе автоматизации, имеет высокую гибкость и возможность дальнейшего развития.

Conclusion

The result of the final qualification work is a fully-functional control system for the first unit of the atmospheric distillation unit, which performs the functions of separating very light hydrocarbon fractions.

In the course of the work, the processes that occurred during processing were studied in detail, the technological scheme of the block of the Safonovo refinery, Safonovo, and the Smolensk region was studied. As a result of the work done, a three-level structural diagram of the automated process control system was developed, a functional and structural automation scheme.

A selection of a set of hardware and technical means for implementing the AS was made, namely, local instruments, pressure, temperature, level, frequency converter were selected.

Comparative analysis of free and low-budget SCADA-systems is carried out. A process mnemonic is developed.

As a result of the technical and economic analysis, it was revealed that the automated process control system developed will significantly reduce the cost of maintenance and operation.

Thus, the automated process control system developed by the oil processing unit meets all the requirements for the automation system, has high flexibility and the possibility of further development.

Список использованной литературы

1. Смидович Е. В., Технология переработки нефти и газа, 3-е изд., ч. 2, М., 1980.
2. MasterSCADA [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MasterSCADA> (дата обращения: 05.04.2018).
3. OpenSCADAWiki: Doc/ОписаниеПрограммы [Электронный ресурс] // URL: <http://wiki.oscada.org/Doc/OpisanieProgrammy/#1>
4. TPM138 измеритель-регулятор 8-канальный [Электронный ресурс] // URL: http://www.owen.ru/catalog/universalnij_izmeritel_regulyator_temperaturi_davleniya_owen_trm_138/harakteristiki (дата обращения: 28.04.2018).
5. TPM138 Измеритель-регулятор универсальный восьмиканальный [Электронный ресурс]: руководство по эксплуатации.
6. ГОСТ Р 51858-202. Нефть. Общие технические условия.
7. ГОСТ 21.408-2013. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014. – 38 с.
8. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 15 с.
9. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
10. РМГ 62-2003. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации ВНИИМС Госстандарта России. М., 2003. – 17 с.
11. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. – 376 с.

12. ГОСТ 19.701-90. Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ данных и систем.

13. Насосы нефтяные моноблочные [Электронный ресурс] // URL: <http://www.uugm.ru/node/104#02>, свободный.