

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка автоматизированной системы управления электродегидратором
УДК 004.896-047.84:622.276.8:66.093.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Салихов Тимур Рустамович		

Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова А.А.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суханов А. В..	к.х.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП ИШИТР	Воронин А.В.	к.т.н		
Руководитель ОАР ИШИТР	Леонов С.В.	к.т.н		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения / (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения.
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски работы коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.



АС должна обеспечивать следующее: местный визуальный контроль основных параметров технологического процесса; автоматическое поддержание заданного технологического режима работы установки; плановую автоматическую остановку установки; аварийную автоматическую остановку и блокировку программы пуска установки с подачей звуковой и световой сигнализации при

	отклонении от установленных значений основных технологических параметров.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Исследование объекта, подбор оборудования, разработка структурной и функциональной схем АСУ, расчет экономической эффективности, безопасность труда, экология
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Функциональная схема автоматизации; Схема соединения внешних проводок; Перечень входных/выходных сигналов технологического процесса; SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Конотопский Владимир Юрьевич к.э.н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР	Сидорова Анастасия Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Салихов Тимур Рустамович		

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

Школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Уровень образования – бакалавр
Отделение школы (НОЦ) – Автоматизации и робототехники
Период выполнения – весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2019
--	------------

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

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

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

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Сидорова Анастасия Александровна			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	к.т.н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 108 страниц, 17 рисунков, 25 таблиц, 28 использованных источника, 5 приложений.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЭЛЕКТРОДЕГИДРАТОР, НЕФТЬ, ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР, ЭЛЕКТРОННЫЕ ДАТЧИКИ, SCADA, ЭКРАННЫЕ ФОРМЫ.

Объектом исследования является электродегидратор.

Цель работы – разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом электродегидратора с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК) и выбранной SCADA-системы.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы будут разработаны: функциональные схемы автоматизации, схемы подключения внешних проводок, алгоритмы защит, перечень оборудования, перечень входных/выходных сигналов.

Благодаря, разработанной автоматизированной системы планируется сократить число аварий, увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений параметров электродегидратора.

Эффективность разработанной автоматизированной системы управления технологическим процессом электродегидратора заключается в снижении возможных ошибочных действий обслуживающего персонала и получении надежной системы.

Выпускная квалификационная работа выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2007, САПР AutoCAD 2007, математического пакета MathCAD и представлена на компакт-диске (в конверте на обороте обложки).

Определения, обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система: Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса

интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN): Совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой

видеокадр: Область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п

мнемосхема: Представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ

мнемознак (мнемосимвол): Представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ

интерфейс оператора: Совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой

профиль АС: Понятие «профиль» определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM, предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000-3-99

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet): Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включенными в соединение программируемыми устройствами

техническое задание на АС (ТЗ): Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы

технологический процесс (ТП): Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов)

система управления базами данных (СУБД): Совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным

архитектура АС: Набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых komponуется АС

SCADA (англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных): Инструментальная программа для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных

OPC – сервер: Программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC

стандарт: Образец, эталон, модель, принимаемые за исходные для сопоставления с ними др. подобных объектов. Стандарт в Российской Федерации – документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг

объект управления: Обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления

программируемый логический контроллер (ПЛК): Специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода-вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьезного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени

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

автоматизированное рабочее место (АРМ): Программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием, как правило, используют SCADA-системы.

ТЕГ: Метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры

корпоративная информационная система (КИС): Масштабируемая система, предназначенная для комплексной автоматизации всех видов хозяйственной деятельности больших и средних предприятий, в том числе корпораций, состоящих из группы компаний, требующих единого управления

пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор: Устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД – регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдает управляющий сигнал, являющийся суммой трех слагаемых, первое из которых пропорционально этому

отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения

modbus: Коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «ведущий - ведомый» или «master - slave»

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

HMI (Human Machine Interface) – Человеко-машинный интерфейс;

OSE/RM (Open System Environment Reference Model) – Базовая модель среды открытых систем;

API (Application Program Interface) – Интерфейс прикладных программ;

EEI (External Environment Interface) – Интерфейс внешнего окружения;

OPC (Object Protocol Control) – OLE для управления процессами;

OLE (Object Linking and Embedding) – Протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ;

SNMP (Simple Network Management Protocol) – Протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP;

ODBC (Open DataBase Connectivity) – Программный интерфейс доступа к базам данных (открытая связь с базами данных);

ANSI/ISA (American National Standards Institute/ Instrument Society of America) – Американский национальный институт стандартов/Американское общество приборостроителей;

DIN (Deutsches Institut für Normung) – Немецкий институт по стандартизации;

IP (International Protection) – Степень защиты;

LAD (Ladder Diagram) – Язык релейной (лестничной) логики;

АСУ ТП – Автоматизированная система управления технологическим процессом;

АРМ – Автоматизированное рабочее место;

ПО – Программное обеспечение.

Содержание

Введение	15
1 Техническое задание	16
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП	16
1.2 Назначение системы	17
1.3 Требования к техническому обеспечению	17
1.4 Требования к метрологическому обеспечению	28
1.5 Требования к программному обеспечению	19
1.6 Требования к математическому обеспечению	20
1.7 Требования к информационному обеспечению	20
2 Основная часть	22
2.1 Описание технологического процесса	22
2.2 Выбор архитектуры АС	24
2.3 Разработка структурной схемы АС	27
2.4 Функциональная схема автоматизации	29
2.5 Схема информационных потоков	30
2.6 Выбор средств реализации	33
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования	33
2.6.2 Выбор оборудования передачи данных	36
2.6.3 Выбор датчика давления	37
2.6.4 Выбор датчика температуры	38
2.6.5 Выбор датчика уровня	40
2.6.6 Выбор сигнализатора уровня	42
2.6.7 Выбор расходомера	43
2.7 Выбор исполнительных механизмов	45
2.8 Разработка схемы внешних проводок	47
2.9 Разработка алгоритмов управления АС	48
2.9.1 Алгоритм сбора данных измерений	48
2.9.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром	49
2.10 Разработка программного обеспечения ПЛК	53
2.11 Экранные формы АС	53
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	58
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	58
3.2 Анализ конкурентных технических решений	58
3.3 SWOT-анализ	60

3.4 Планирование научно-исследовательских работ	64
3.4.1 Структура работ в рамках научного исследования	64
3.4.2 Разработка графика проведения научного исследования	65
3.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	67
3.5.1 Расчет материальных затрат НТИ	67
3.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование	69
3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы	69
3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	72
3.5.5 Накладные расходы	72
3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	73
3.6 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	74
4 Социальная ответственность	78
Введение	78
4.1 Профессиональная социальная безопасность	78
4.1.1 Анализ вредных и опасных факторов	78
4.1.2 Анализ вредных факторов	80
4.1.2.1 Отклонения показателей микроклимата	80
4.1.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте	81
4.1.2.3 Электромагнитное и ионизирующее излучения	83
4.1.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны	85
4.1.3 Анализ опасных факторов	89
4.1.3.1 Электробезопасность	89
4.2 Экологическая безопасность	91
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	92
4.3.1 Перечень возможных чрезвычайных ситуаций	92
4.3.2 Пожарная безопасность	93
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
4.4.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	95
4.4.2 Особенности законодательного регулирования проектных решений	98
Заключение	100
Список используемых источников	101

Приложение А. Функциональная схема автоматизации	103
Приложение Б. Схема внешних проводок	104
Приложение Б. Схема внешних проводок	105
Приложение Б. Схема внешних проводок	106
Приложение В. Перечень входных/выходных сигналов	107
Приложение Г. Алгоритм сбора данных	108

Введение

С каждым годом в России становится все меньше запасов нефти с низкой себестоимостью добычи, требующие новых технологических решений и дополнительных капиталовложений. Компании стремятся активно применять технологии автоматизации в процессе добычи и транспортировки, реализуя возможность удаленного мониторинга и управления системами, что позволяет значительно сократить расходы и владеть объективной информацией о процессах и показателях в режиме реального времени [1].

Автоматизация – это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем. Автоматизация производственных процессов приводит к увеличению выпуска, снижению себестоимости и улучшению качества продукции, уменьшает численность обслуживающего персонала, повышает надежность и долговечность машин, дает экономию материалов, улучшает условия труда и техники безопасности.

Автоматизация освобождает человека от необходимости непосредственного управления механизмами. В автоматизированном процессе производства роль человека сводится к наладке, регулировке, обслуживании средств автоматизации и наблюдению за их действием. Эксплуатация средств автоматизации требует от обслуживающего персонала высокой квалификации [2].

Целью ВКР является разработка эффективной автоматизированной системы управления технологическим процессом электродегидратора.

Практическая значимость данной ВКР заключается в применении материалов работы на практике в нефтегазовой отрасли.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Основной задачей ВКР является разработка автоматизированной системы управления электродегидратором с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

Разрабатываемая АСУ ТП должна реализовывать следующие задачи:

- централизованный контроль и управление технологическими процессами электродегидратора;
- обеспечение надежной работы оборудования и предотвращения аварийных ситуаций;
- повышение эффективности технологических процессов электродегидратора;
- передача текущей информации в центральный диспетчерский пункт (ЦДП).

Целями создания АСУ ТП являются:

- обеспечение надежной и безаварийной работы производства;
- стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- увеличение выхода товарной продукции;
- уменьшение материальных и энергетических затрат;
- снижение непроизводительных потерь человеческих, материально-технических и топливно-энергетических ресурсов, сокращение эксплуатационных расходов;
- выбор рациональных технологических режимов с учетом показаний промышленных анализаторов, установленных на потоках, и оперативной корректировки стратегии управления по данным лабораторных анализов;
- улучшение качественных показателей конечной продукции;
- предотвращение аварийных ситуаций;

- автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования АСУТП [2].

1.2 Назначение системы

Разрабатываемая система предназначена для автоматизации следующих функций:

- дистанционного контроля над ходом технологического процесса, состояния технологического оборудования и средств КИПиА;
- выполнения автоматического, дистанционного ручного управления исполнительными устройствами;
- настройки параметров функционирования объекта;
- ведения архива технологической информации;
- изготовления печатных копий отчетов и сообщений системы.

1.3 Требования к техническому обеспечению

Оборудование, устанавливаемое на открытых площадках, в зависимости от зоны расположения объекта должно быть устойчивым к воздействию температур от минус 50 °С до 50 °С и влажности не менее 80 % при температуре 35 °С. Все внешние части оборудования, которые находятся под напряжением, должны быть защищены от случайных прикосновений, а само оборудование иметь заземление [2].

Все датчики должны иметь унифицированный ток на выходе из диапазона (4 - 20) мА, а также HART протокол для контроля технологических параметров.

Датчики, используемые в системе, должны отвечать требованиям взрывобезопасности. Технические средства системы по взрывопожароопасности должны соответствовать ПУЭ и ПБ 09-540-03. При выборе датчиков следует использовать аппаратуру с искробезопасными цепями. Чувствительные элементы датчиков, соприкасающиеся с

сероводородсодержащей или другой агрессивной средой, должны быть выполнены из коррозионностойких материалов либо для их защиты необходимо использовать разделители сред.

Степень защиты технических средств от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Показатели надежности датчиков общепромышленного назначения рекомендуется выбирать, ориентируясь на показатели мирового уровня и лучшие образцы отечественных изделий, а именно:

- 1) время наработки на отказ не менее 50 тыс. час;
- 2) срок службы не менее 10 лет.

Программно-технический комплекс АС должен допускать возможность наращивания, модернизации и развития системы, а также иметь резерв по каналам ввода/вывода не менее 20 %.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода. При необходимости ввода сигналов с датчиков, находящихся во взрывоопасной среде, допускается использовать как модули с искробезопасными входными цепями, так и внешние барьеры искробезопасности, размещаемые в отдельном конструктиве.

1.4 Требования к метрологическому обеспечению

Измерительные каналы (ИК) системы должны обеспечивать получение результатов измерения с нормируемой точностью. В качестве нормируемой метрологической характеристики принимается предел допускаемой погрешности ИК в нормальных условиях эксплуатации. Форма представления метрологической характеристики ИК – приведенная погрешность, выраженная в процентах относительно диапазона измерения.

Метрологическое обеспечение осуществляется в целях создания основы обеспечения качества эксплуатации оборудования и получения результатов измерений, использование которых позволяет:

- эффективно вести технологический процесс при соблюдении

условий безопасности;

- исключить или свести к минимуму риск принятия ошибочных решений и действий при управлении оборудованием;
- достоверно контролировать безопасность обслуживающего персонала и состояние окружающей среды [2].

Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения массового расхода жидкости всей установки в целом должны быть не более $\pm 2,5 \%$.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения давления должны быть не более $\pm 1,5 \%$.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения температуры должны быть не более $\pm 1,5 \%$.

Пределы допускаемой основной относительной погрешности датчиков для измерения уровня должны быть не более $\pm 1,0 \%$.

На погрешность измерений установки не должно влиять отклонение напряжения питания от номинального (220/380 В) в пределах $\pm 20 \%$.

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение (ПО) АС включает в себя:

- системное ПО (операционные системы);
- инструментальное ПО;
- общее (базовое) прикладное ПО;
- специальное прикладное ПО.

Набор функций конфигурирования в общем случае должен включать в себя:

- создание и ведение базы данных конфигурации (БДК) по входным/выходным сигналам;
- конфигурирование алгоритмов управления, регулирования и защиты с использованием стандартных функциональных блоков;

- создание мнемосхем (видеокадров) для визуализации состояния технологических объектов;
- конфигурирование отчетных документов (рапортов, протоколов) [1].

Средства создания специального прикладного ПО должны включать в себя технологические и универсальные языки программирования и соответствующие средства разработки (компиляторы, отладчики). Технологические языки программирования должны соответствовать стандарту IEC 61131-3.

Базовое прикладное ПО должно обеспечивать выполнение стандартных функций соответствующего уровня АС (опрос, измерение, фильтрация, визуализация, сигнализация, регистрация и др.).

Специальное прикладное ПО должно обеспечивать выполнение нестандартных функций соответствующего уровня АС (специальные алгоритмы управления, расчеты и др.).

1.6 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение АС должно представлять собой совокупность математических методов, моделей и алгоритмов обработки информации, используемых при создании и эксплуатации АС и позволять реализовывать различные компоненты АС средствами единого математического аппарата.

Методы и алгоритмы должны быть представлены в форме, допускающей их реализацию в программном обеспечении. При создании математического обеспечения низовой автоматики следует пользоваться стандартным набором функций, реализуемых программно-техническими средствами [2].

1.7 Требования к информационному обеспечению

По результатам проектирования должны быть представлены:

- состав, структура и способы организации данных в АС;
- порядок информационного обмена между компонентами и составными частями АС;
- структура процесса сбора, обработки, передачи информации в АС;
- информация по визуальному представлению данных и результатам мониторинга.

В состав информационного обеспечения должны входить:

- унифицированная система электронных документов, выраженная в виде набора форм статистической отчетности;
- распределенная структурированная база данных, хранящая систему объектов;
- средства ведения и управления базами данных.

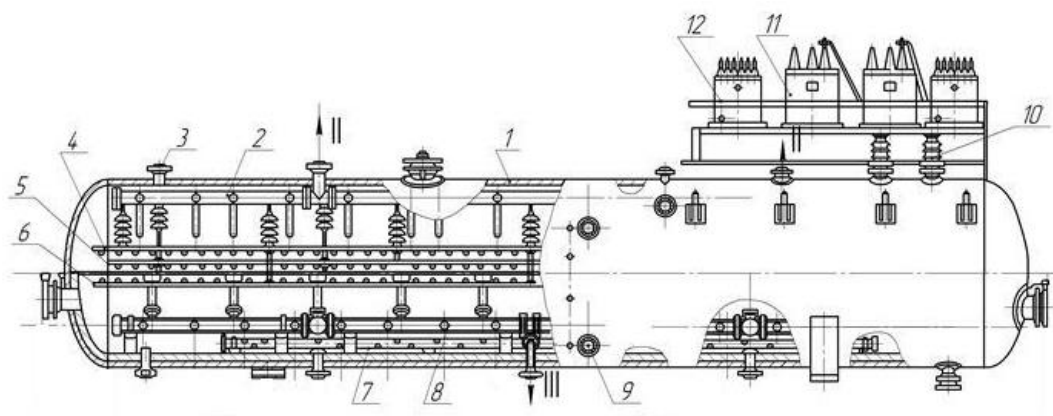
2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса

Сырая нефть обычно содержит определенный процент воды и твердых примесей. До процесса глубокой переработки нефти в применяемые в различных отраслях нефтепродукты, эти примеси должны быть отделены. Электродегидратор используется на начальных этапах обработки и эффективно обезвоживает и обессоливает сырую нефть.

Электродегидраторы можно условно разделить на три основных типа: шаровые, вертикальные и горизонтальные электродегидраторы.

Горизонтальные электродегидраторы наиболее распространены, что обусловлено их высокой производительностью, способностью работать при высоких давлениях и температурах, меньшей стоимостью при эксплуатации и простотой используемых в нем электрических схем [3].



1 - корпус, 2 - сборник обессоленной нефти, 3 - штуцер для предохранительного клапана, 4,5,6- электроды, 7 - дренажный коллектор, 8 - распределитель сырой нефти, 9 - штуцер для межфазного регулятора уровня, 10 - изоляторы, 11 - трансформаторы, 12 - катушки реактивные

Рисунок 1 – Принципиальная схема электродегидратора

Электродегидратор представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, устанавливаемый на двух седловых опорах, оснащенный штуцерами для входа эмульсии, выхода нефти, выхода воды, необходимыми

технологическими штуцерами и штуцерами для КИПиА, предназначенный для обессоливания нефти на блоке ЭЛОУ.

В нижней части корпуса размещена система ввода сырья, включая коллектор с отводами. Коллектор соединен с входным штуцером.

Электрическое поле в электродегидраторе создается системой двух заземленных и двух высокопотенциальных электродов, размещенных в верхней части аппарата. Заземленные электроды представляют собой решетчатый настил, состоящий из трех секций. Высокопотенциальные электроды включают горизонтальную решетку из прутков 12 мм. Несущими элементами высокопотенциальных электродов являются сдвоенные балки из труб сечением 40x25x3 мм. Высокопотенциальные электроды подвешены на 3-х подвесках 16 мм, к одному из которых присоединена клемма токоведущего тросика; другой конец тросика закреплен в муфте, наворачиваемой на конец проходного изолятора и законтриваемой гайкой М16. Длина тросика определяется из условия, что длина его достаточна для вытаскивания проходного изолятора из штуцера и чтобы тросик в рабочем состоянии располагался на удалении (150 – 180) мм от заземленных элементов корпуса электродегидратора.

В верхней части аппарата размещена система электропитания, включающая установленный на площадке обслуживания высоковольтный источник питания типа ИПМ-9/15-УХЛ1, и изолятор проходной типа ИПФ 25, соединенный с источником высоковольтным кабелем, входящим в комплект поставки источника [3].

Аппарат снабжен необходимыми штуцерами для манометра, термопары, уровнемера, предохранительного клапана, двумя люками-лазами для возможности доступа в нижнюю и верхнюю часть аппарата; верхний люк-лаз врезан штуцер Ду 80 для вывода нефти. По нижней образующей врезан шламовый люк, в который врезаны штуцера для откачки и сброса воды.

Нефть с поданной в нее промывочной водой вводят в аппарат через штуцер. Она проходит по коллектору и отводам, истекая из отверстий. По мере подъема нефти из нее оседают капли воды; количество и размер оставшихся в

нефти капель уменьшаются по высоте аппарата. До уровня нижней решетки электродной системы доходят только мелкие капли воды; поскольку под этой решеткой, находящейся под высоким напряжением, существует электрическое поле, в его объеме происходит коалесценция капель воды, их укрупнение и осаждение. Однако напряженности электрического поля под нижней решеткой недостаточно для коалесценции наиболее мелких капель воды, которые заносятся потоком нефти в область сильного электрического поля, создаваемого в объеме между прутками электродной системы. Нефть, проходя через электродную систему, окончательно обезвоживается. Вместе с водой из нефти удаляются и содержащиеся в ней соли. [3]

2.2 Выбор архитектуры АС

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Профиль – это набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. [2]

Основными целями применения профилей являются:

- повышение качества оборудования АС;
- снижение трудоемкости проектов АС;
- обеспечение расширяемости (масштабируемости) АС по набору прикладных функций;
- обеспечение возможности функциональной интеграции задач информационных систем.

Эти цели достигаются при использовании открытых систем, что неразрывно связано с применением соответствующих стандартов.

Основные функциональные профили АС:

- профиль прикладного программного обеспечения;
- профиль среды АС;
- профиль защиты информации в АС;
- профиль инструментальных средств, встроенных в АС.

В качестве функционального профиля программного обеспечения АС будем использовать SCADA SIMANTIC WinCC, которая является открытой распределенной системой с архитектурой клиент-сервер. Профиль среды АС будет базироваться на операционной системе Windows 7. Профиль защиты информации будет включать в себя стандартные средства защиты Windows. Профиль инструментальных средств будет основываться на среде OpenPCS.

Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель (Open System Environment/Reference Model), согласно [2]. На рисунке 2 показана схема концептуальной модели OSE/RM.

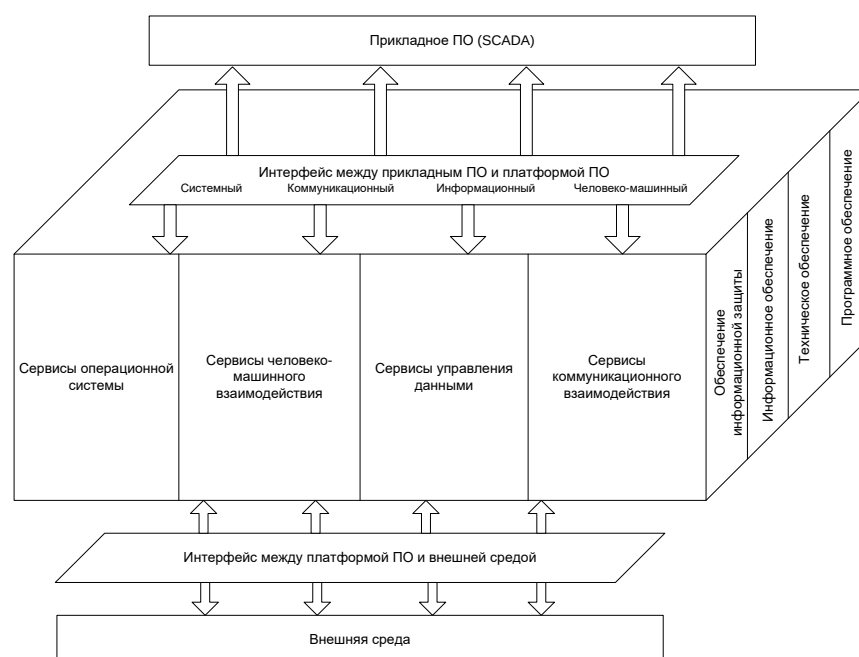


Рисунок 2 – Концептуальная модель архитектуры OSE/RM

Из рисунка 2 видно, что концептуальная модель OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда АС – полевой уровень;
- платформа сервисов – сервисы классов API и EEI с соответствующими интерфейсами;
- прикладное ПО – верхний уровень, включает в себя SCADA-системы, СУБД и HMI.

Наиболее актуальными прикладными программными системами АС являются открытые распределенные АС с архитектурой клиент-сервер. Для решения задач взаимодействия клиента с сервером используются стандарты OPC. Суть OPC сводится к следующему – предоставить разработчикам промышленных программ универсальный интерфейс (набор функций обмена данными с любыми устройствами АС).

Текущие стандарты:

- OPC AE (Alarm & Events), предоставляющий функции уведомления по требованию о различных событиях;
- OPC DA (Data Access), описывающий набор функций обмена данными в реальном времени с ПЛК и другими устройствами;
- OPC DX (Data Exchange), предоставляющий функции организации обмена данными между OPC-серверами через сеть Ethernet;
- OPC Security;
- OPC XML-DA, предоставляющий гибкий управляемый правилами формат обмена данными через Intranet-среду.

2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является электродегидратор. В соответствии с ТЗ разработаем систему автоматизированного управления. Все измеряемые и контролируемые параметры системы поступают в SCADA систему, отвечающую за обеспечение автоматического дистанционного наблюдения и дискретного управления функциями большого количества распределенных устройств. В установке электродегидратора измеряется температура, давление, уровень, а в трубопроводах – давление, расход. Исполнительными устройствами являются клапана с электроприводами.

Выберем трехуровневую архитектуру АС. На каждом из этих уровней реализуется непосредственное управление технологическими процессами. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Нижний уровень (полевой) состоит из первичных датчиков (измерительных преобразователей), осуществляющих сбор информации о ходе технологического процесса, приводов и исполнительных устройств, реализующих регулирующие и управляющие воздействия, кабельных соединений, клеммников и нормирующих преобразователей.

Средний уровень (контроллерный) состоит из контроллеров и прочих устройств аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного и т.д. преобразования, и устройств для сопряжения с верхним уровнем (шлюзов). Отдельные контроллеры могут быть объединены друг с другом при помощи контроллерных сетей. Контроллерные сети строятся на базе интерфейса RS-485, совместимого с серверами OPC и SCADA-системами.

Верхний уровень (информационно-вычислительный) состоит из компьютеров объединенных в локальную сеть Ethernet с использованием в качестве передающей среды медной витой пары или оптоволокна (при больших расстояниях). Протокол передачи данных – для удаленных подключений TCP/IP [2].

Датчики с нижнего уровня поставляют информацию среднему уровню управления локальным контроллерам (PLC), которые могут обеспечить реализацию следующих функций:

- сбор, первичная обработка и хранение информации о состоянии оборудования и параметрах технологического процесса;
- автоматическое логическое управление и регулирование;
- исполнение команд с пункта управления;
- самодиагностику работы программного обеспечения и состояния самого контроллера;

обмен информацией с пунктами управления.

Разработанная трехуровневая архитектура АС представлена на рисунке 3.

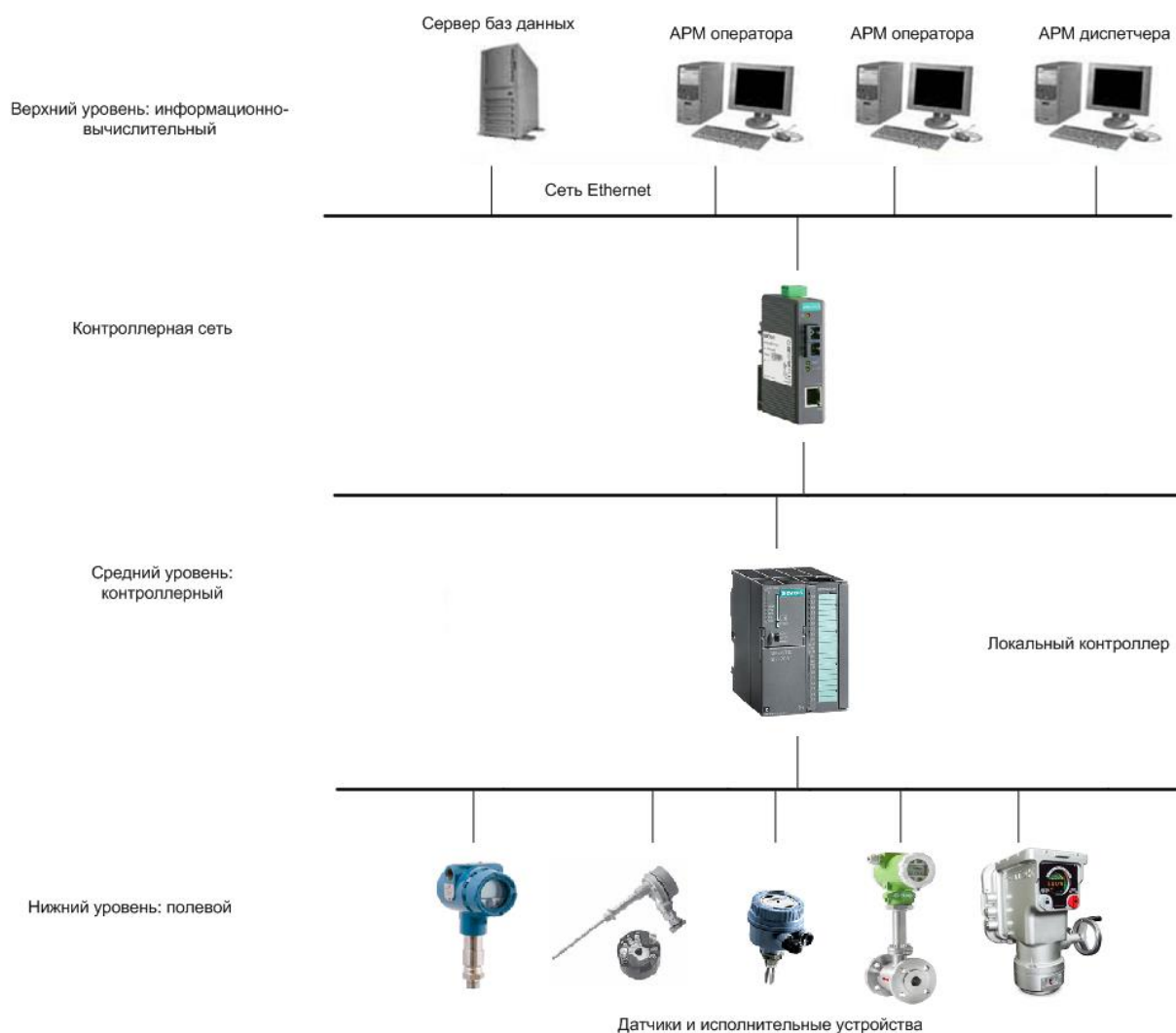


Рисунок 3 – Трехуровневая структура АС

2.4 Функциональная схема автоматизации

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации ТП. Объектом управления в таких системах является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулируемыми органами.

ФСА является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме изображаются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматического контроля и управления содержит упрощенное изображение технологической схемы автоматизируемого процесса. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений [2].

Функциональные схемы автоматизации электродегидрататора выполнены согласно требованиям ГОСТ 21.208–2013 и приведены в приложении А.

2.5 Схема информационных потоков

Схема информационных потоков, включает в себя три уровня сбора и хранения информации [2]:

- нижний уровень (уровень сбора и обработки);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний уровень (уровень архивного и КИС хранения).

Разработанная схема информационных потоков представлена в рисунке 4.

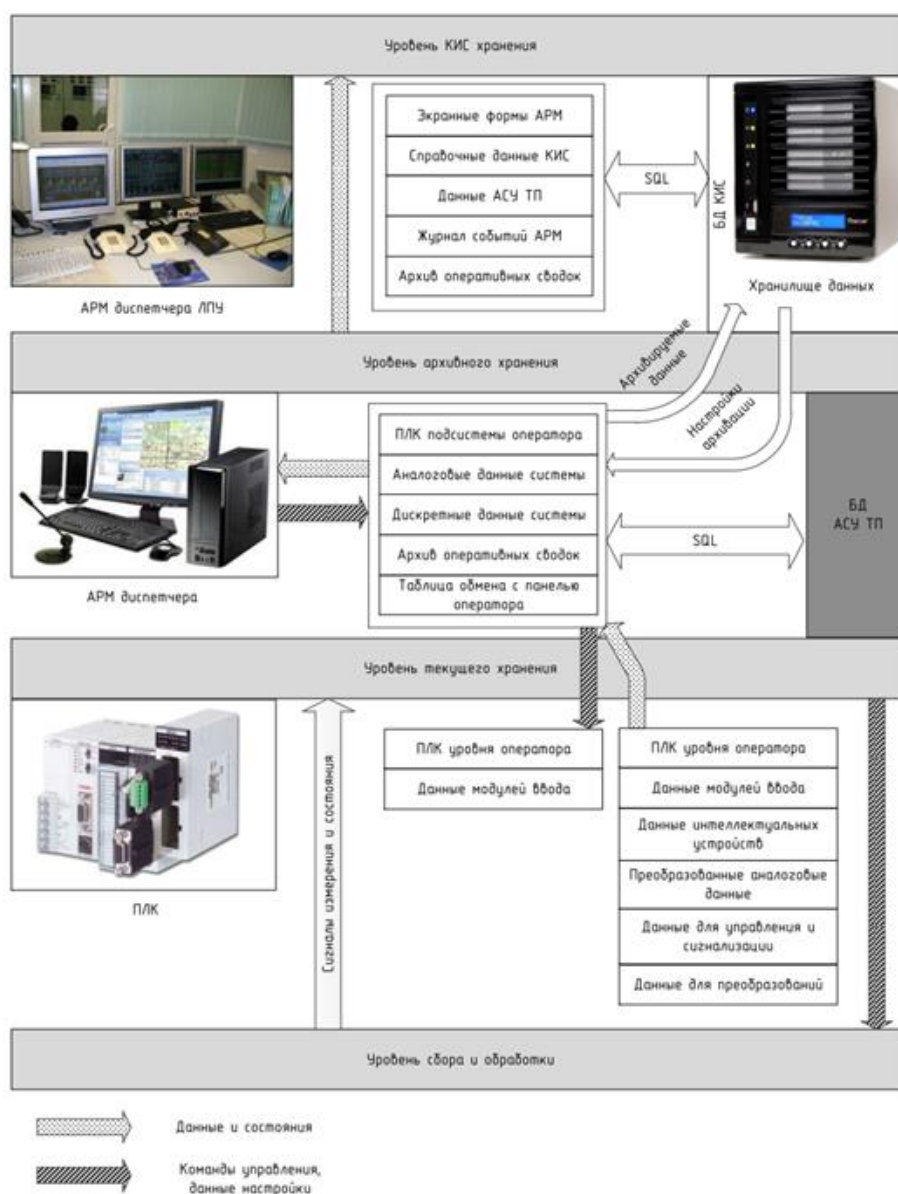


Рисунок 4 – Схема информационных потоков

На нижнем уровне представляются данные физических устройств ввода/вывода. Они включают в себя данные аналоговых сигналов и дискретных сигналов, данные о вычислении и преобразовании.

Средний уровень представляет собой буферную базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. Другими словами, она выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранам формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet [2].

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- напряжение трансформатора, В;
- температура масла в трансформаторе, °С;
- уровень масла в трансформаторе, мм;
- управление трансформатором;
- температура в электродегидраторе, °С;
- давление в электродегидраторе, МПа;
- уровень нефти в электродегидраторе, мм;
- уровень воды в электродегидраторе, мм;
- расход нефти на выходе, м³/ч;
- расход воды на выходе, м³/ч;
- управление исполнительными механизмами.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид: AAA_BBB_CCCC_DDDDD, где AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:

- ТЕМ – температура;

- PRS – давление;
- LVL – уровень;
- FLW – расход;
- REG – регулирование;
- VLT – напряжение;
- STS - состояние.

BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

- DG– электродегидратор;
- PPO – выходной трубопровод;
- LT – задвижка с электроприводом;
- KL – клапан с электроприводом;
- TRN –трансформатор;

CCCC – уточнение, не более 4 символов:

- OPN - открыть;
- CLS - закрыть;
- OPND – процент открытия;
- STRT – пуск;
- STP – стоп;
- ALRM – авария;
- POPN – открывается;
- PCLS – закрывается;
- REMT – дистанционный режим;
- WORK – в работе;
- H – верхнее предельное значение;
- L – нижнее предельное значение;
- HH - аварийное верхнее значение;
- LL – аварийное нижнее значение;

DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- NEFT – нефть;

- WATER – вода.

Знак подчеркивания _ в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Перечень сигналов разрабатываемой АСУТП в SCADA-системе представлен в Приложении В.

2.6 Выбор средств реализации

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости.

Программно-технические средства АС включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

Приборы и датчики выбраны с учетом обеспечения взрывобезопасности при эксплуатации, т.е. применено оборудование взрывозащищенное со степенью защиты «взрывонепроницаемая оболочка», либо «искробезопасная электрическая цепь», которая обеспечивается таким же видом взрывозащиты входных блоков контроллера [2].

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования

Для автоматизации электродегидратора были рассмотрены следующие варианты ПЛК: Siemens SIMATIC S7-300, ControlLogix 5560 компании

Allen-bradley, ModiconM238 компании Schneider-electric и ПЛК 150 компании ОВЕН. В таблице 1 отображены сравнительные характеристики.

Таблица 1 – Технические характеристики контроллеров

Характеристики	Siemens SIMATIC S7-300	Allen- bradleyControlLog ix 5560	Schneider Electric Modicon M238	ОВЕНПЛК 150
Количество точек	256	256	256	16
Подключение доп. модулей ввода/вывода	До 8192	До 2048	До 2048	До 512
Интерфейсы связи	RS 485, PROFINET, Ethernet	RS-232/Ethernet	RS-232/RS- 485/Ethernet	RS- 232/RS- 485/Ethern et
Протокол связи	IEC/MODBUS/ U-NET	MODBUS/IEC	MODBUS/IEC/TRE I-NET/SNTP	MODBUS
Поддержка функций ПИД регулирования	да	нет	да	да
Дополнительная память	До 2048 МБ	До 2048 МБ	До 2048 МБ	До 2048 МБ
Резервное питание	да	нет	да	нет
Языки программирования	FBD, LD, CFC	FBD, LD, CFC, ST	FBD, LD, CFC, ST	FBD, LD, ST
Время наработки на отказ	100 000 часов	80 000 часов	100 000 часов	50 000 часов
Стоимость в рублях	323 000	275 000	467 000	58 000

С учётом вышеприведённых характеристик, а также по соотношению цена-качество в основе системы АСУ будем использовать ПЛК SIMATICS7-300 от компании «Siemens», который показан на рисунке 5.



Рисунок 5 – Внешний вид контроллера SIMATIC S7-300

Siemens SIMATIC S7-300 – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней степени сложности. Модульная конструкция данного ПЛК, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению рассматриваемого контроллера способствует: возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей, и коммуникационных процессоров [5].

ПЛК имеет модульную конструкцию и может включать в свой состав:

- модуль центрального процессора (CPU);
- модули блоков питания (PS);
- сигнальные модули (SM);
- коммуникационные процессоры (CP);
- функциональные модули (FM);

- интерфейсные модули (ИМ).

2.6.2 Выбор оборудования передачи данных

Для передачи информации от ПЛК на верхний уровень были рассмотрены следующие варианты: MOXA IMC-21-S-SC, D-Link DMC-F20SC-BXD, PLANET GTP-802S. В таблице 2 отображены сравнительные характеристики.

Таблица 2 – Технические характеристики медиаконвертеров

Параметр	MOXA IMC-21-S-SC	D-Link DMC-F20SC-BXD	PLANET GTP-802S
Разъемы	RJ-45, SC	RJ-45, SC	RJ-45, SC
Длина волны	1310 нм	1310 нм 1550 нм	1310 нм
Расстояние	40 км	20 км	10 км
Мощность оптического передатчика	минус 5 дБм	Макс.: минус дБм Мин.: минус 2 дБм	минус 3 дБм
Чувствительность	минус 34 дБм	минус 32 дБм	минус 32 дБм
Цена в рублях	15 186	2350	6852

В результате анализа был выбран медиаконвертер MOXA IMC-21-S-SC, так как данная модель очень хорошо зарекомендовала себя, по характеристикам и надежности, среди конкурентов [6]. Внешний вид данной модели показан на рисунке 6.



Рисунок 6 – Внешний вид медиаконвертера

2.6.3 Выбор датчика давления

Выбор датчика давления проходил из следующих вариантов приборов: Овен ПД-200, Rosemount-3051S и Метран-150. В таблице 3 отображены характеристики датчиков давления.

Таблица 3 – Основные характеристики датчиков давления

Параметр	Овен ПД-200	Rosemount-3051S	Метран-150
Измеряемые среды	воздух, пар, различные жидкости	жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси	жидкости, в т.ч. нефтепродукты; пар, газ, газовые смеси
Температура окружающей среды	(минус 40 – 70) °С	(минус 51 – 85) °С	(минус 40 – 70) °С
Температура измеряемой среды	(минус 40 – 100) °С	(минус 75 – 205) °С	(минус 50 – 500) °С
Основная погрешность измерений	до $\pm 0,1$ %	до $\pm 0,055$ %	до $\pm 0,1$ %
Диапазоны измеряемых давлений	(0,00063 – 6,0) МПа	мин. (0 – 0,025) кПа; - макс. (0 – 68,9) МПа	мин. (0 – 0,04) кПа макс. (0 – 100) МПа
Выходные сигналы	(4 - 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокол	(4 - 20) HART; Foundation Fieldbus; беспроводной HART-протокол	(4 - 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокол
Цена в рублях	34220	66520	23700

В результате анализа по соотношению цена и качество наиболее подходящим является Метран-150, внешний вид которого представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Внешний вид датчика давления Метран-150

Датчики давления Метран-150 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин – давления избыточного, абсолютного, разрежения, давления-разрежения разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи, цифровой сигнал на базе HART-протокола и цифровой сигнал на базе интерфейса с протоколами обмена ICP или Modbus.

Датчики Метран-150 предназначены для преобразования давления рабочих сред: жидкости, пара, газа (в т.ч. газообразного кислорода и кислородосодержащих газовых смесей) в унифицированный токовый выходной сигнал, цифровой сигнал на базе HART-протокола и цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 [7].

Датчик Метран-150 имеет:

- взрывозащищенное исполнение (Ex);
- встроенный фильтр радиопомех;
- внешняя кнопка установки «нуля»;
- непрерывная самодиагностика;
- межповерочный интервал – 3 года.

2.6.4 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: Метран-286, Rosemount 648 и ТСПУ Метран-276. В таблице 4 отображены характеристики датчиков температуры.

В результате анализа был выбран Метран-286, являющийся интеллектуальным преобразователем температуры для применения в системах АСУ ТП, подходит для работы с агрессивными средами [8].

Таблица 4 – Основные характеристики датчиков температуры

Параметр	Метран-286	Rosemount 648	Метран-276
Измеряемые среды	жидкость, нефть	жидкость, нефть	жидкость, нефть
Температура окружающей среды	(минус 40 – 70) °С	(минус 40 – 70) °С	(минус 40 – 70) °С
Температура измеряемой среды	(минус 50 – 500) °С	(минус 50 – 500) °С	(минус 50 – 500) °С
Приведенная погрешность измерений	± 0,40 %	± 0,225 %	± 0,50 %
Выходные сигналы	(4 – 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола	(4 – 20) HART; Foundation Fieldbus; беспроводной HART-протокол	(4 – 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола
Цена в рублях	22109	81420	19600



Рисунок 8 – Внешний вид датчика температуры

Конструктивно Метран-286 состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя (ЭП), встроенного в корпус соединительной головки. В качестве первичного используются чувствительные элементы из термопарного кабеля по ГОСТ 6616.

ЭП преобразует сигнал первичного преобразователя температуры в унифицированный выходной сигнал постоянного тока (4–20) мА с наложенным на него цифровым сигналом HART.

Принцип действия основан на эффекте Зеебека (термоэлектрическом эффекте). Между соединенными проводниками имеется контактная разность потенциалов; если стыки связанных в кольцо проводников находятся при одинаковой температуре, сумма таких разностей потенциалов равна нулю. Когда же стыки находятся при разных температурах, разность потенциалов между ними зависит от разности температур. Коэффициент пропорциональности в этой зависимости называют коэффициентом термо-ЭДС. У разных металлов коэффициент термо-ЭДС разный и, соответственно, разность потенциалов, возникающая между концами разных проводников, будет различная. Помещая спай из металлов с отличными коэффициентами термо-ЭДС в среду с температурой T_1 , мы получим напряжение между противоположными контактами, находящимися при другой температуре T_2 , которое будет пропорционально разности температур T_1 и T_2 . [8]

2.6.5 Выбор датчика уровня

Выбор уровнемера проходил из следующих вариантов приборов: NevelcoNivotrack, емкостной уровнемер МПУ100 и ПЛП 2000. В таблице 5 отображены характеристики уровнемеров.

Таблица 5 – Основные характеристики уровнемеров

Параметр	NevelcoNivotrack	МПУ100	ПЛП 2000
Измеряемые среды	жидкости, хим. реагенты	вода, нефть и нефтепродукты, хим. реагенты, дренажные стоки	жидкость, нефтепродукты
Диапазон измерений	(0,5 – 5) м	(0,085 – 6) м	(0 – 4) м
Абсолютная погрешность измерений	± 1 мм	± 5 мм	± 1 мм
Температура окружающей среды	(минус 40 – 90) °C	(минус 40 – 50) °C	(минус 40 – 85) °C
Рабочая температура	(минус 40 – 90) °C	(минус 40 – 50) °C	(минус 40 – 85) °C
Выходные сигналы	(4 – 20) мА /HART	RS-485/RS-232	(4 – 20) мА /HART
Цена в рублях	88300	77850	55000

В результате анализа по соотношению цена и качество был выбран уровнемер ПЛП 2000, внешний вид которого представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Внешний вид уровнемера

Датчик уровня предназначен для непрерывного контроля уровня жидких продуктов, в различных технологических емкостях. Принцип работы датчика основан на измерении интервала времени, за который магнитострикционный импульс, возникающий в месте расположения поплавка, достигает акустического преобразователя.

Выходной сигнал нормирован в диапазоне (4 – 20) мА (токовая петля).

Датчик является универсальным средством измерения линейных перемещений и обладает высокой разрешающей способностью, точностью и помехозащищенностью.

Имеет взрывозащищенное исполнение 0ExiaПВТ5 и допускает использование широкой номенклатуры искробезопасных барьеров мировых производителей.

Измерительный элемент датчика изготавливается из высококачественной нержавеющей стали, а также, в целях защиты измерительного элемента от возможного налипания сгустков и улучшения скольжения поплавка, на измерительный элемент датчика, возможно, нанести покрытие PTFE (тефлон, фторопласт).

Диапазон измерения может быть скорректирован в зависимости от условия измерений. Например, если в баке масла высотой в метр рабочее изменение уровня происходит между отметками 50см и 60см, датчику можно задать измерение именно этого диапазона с небольшими припусками, точность измерения в этом случае 0,2 % от выбранного диапазона [9].

2.6.6 Выбор сигнализатора уровня

Выбор сигнализатора уровня проходил из следующих вариантов приборов: РИЗУР-900, VibranivoVN4000 и Rosemount 2120. В таблице 6 отображены характеристики сигнализаторов уровня.

Таблица 6 – Основные характеристики сигнализаторов уровня

Параметр	РИЗУР-900	VibranivoVN4000	Rosemount 2120
Измеряемые среды	жидкость, нефть и нефтепродукты	жидкость, нефть и нефтепродукты	жидкость, нефть и нефтепродукты
Давление среды	6 МПа	1,6 МПа	от -0,1 до 10 МПа
Температура окружающей среды	(минус 60 – 75) °С	(минус 40 – 50) °С	(минус 40 – 80) °С
Рабочая температура	(минус 196 – 500) °С	(минус 196 – 150) °С	(минус 40 – 150) °С
Степень защиты	IP67	IP66	IP68
Выходные сигналы	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА	(4 – 20) мА /HART
Цена в рублях	20000	58630	71620

В результате анализа был выбран сигнализатор уровня жидкости Rosemount 2120 (рисунок 10), невосприимчивый к окружающим факторам (температуре, давлению и т.д.).



Рисунок 10 – внешний вид Rosemount 2120

Принцип работы сигнализатора Rosemount 2120 основывается на принципе действия камертона, который делает его подходящим для применения практически в любых жидкостях. Прибор имеет широкий выбор технологических присоединений, материалов корпуса и смачиваемых частей для обеспечения универсальности и превосходной надежности, а также сменных модулей электроники с релейным выходом, возможность удлинения

вилки, сертификация на применение в опасных зонах, функция самодиагностики и сертификация на защиту от переливов. Сигнализаторы Rosemount 2120 обеспечивают стабильную работу при температуре до 150°C и давлении до 10 МПа. Благодаря этим характеристикам сигнализатор способен удовлетворить практически любые требования [10].

2.6.7 Выбор расходомера

Выбор расходомера проходил из следующих вариантов приборов: вихревой расходомер Rosemount 8800D, Метран-300ПР и ЭМИС Вихрь 200

В таблице 7 отображены характеристики расходомеров.

Таблица 7 – Основные характеристики расходомеров

Параметр	Rosemount 8800D	Метран-300ПР	ЭМИС Вихрь 200
Измеряемые среды	жидкость, пар, газ	жидкость	жидкость, нефть, газ
Тип устройства	вихревой	вихревой	вихревой
Абсолютная погрешность измерений	для жидкости $\pm 0,65\%$; для пара, газа $\pm 1,00\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
Измеряемый объемный расход	(0 - 2 000) м ³ /ч	(0,18 - 2 000) м ³ /ч	(8 - 200) м ³ /ч
Рабочая температура	(минус 40 – 232) °C	(минус 10 – 150) °C	(минус 10 – 450) °C
Выходные сигналы	(4 – 20) мА /HART/ Fieldbus	(4 – 20) мА /HART	(4 – 20) мА /HART
Цена в рублях	301500	29280	79140

В результате анализа был выбран расходомер ВЗЛЕТ ЭМ (рисунок 11), потому что он подходит для жидкостей, а также имеет подходящий диапазон измерения расхода с погрешностью $\pm 1,0\%$.



Рисунок 11 – внешний вид расходомера ЭМИС Вихрь 200

Интеллектуальный вихревой расходомер-счетчик ЭМИС-ВИХРЬ 200 это стабильная работа при высоких температурах и давлениях на жидкостях с механическими загрязнениями.

Высокая стабильность работы обеспечивается за счет:

- сохранения точности измерений при изменении параметров процесса;
- устойчивости сенсора к гидроударам;
- отсутствия движущихся частей;
- стабильной работе при высоких температурах;
- обеспечения низких потерь давления по сравнению с сужающими устройствами;
- адаптивной настройки обработки сигнала на базе рядов Фурье, что снижает влияние вибрации на точность измерений;
- контроля достоверности метрологических характеристик.

Счетчик не требует периодической перекалибровки, а диагностика и замена узлов производится без демонтажа. Доставляют счетчики только после прохождения обязательного пролива на поверочном стенде. Удаленная передача данных, настройка, поверка приборов (через RS-485 на базе протокола Modbus RTU) позволяют снижать расходы на обслуживание. Счетчик имеет широкий динамический диапазон измерений [11].

2.7 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа. Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

Электрический привод – это электромеханическая система для приведения в движение исполнительных механизмов рабочих машин и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса. Современный электропривод — это совокупность множества электромашин, аппаратов и систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60 %) и главным источником механической энергии в промышленности. Определение по ГОСТР 50369-92 Электропривод - электромеханическая система, состоящая из преобразователей электроэнергии, электромеханических и механических преобразователей, управляющих и информационных устройств и устройств сопряжения с внешними электрическими, механическими, управляющими и информационными системами, предназначенная для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса.

Для управления запорной и регулирующей арматурой выбран малогабаритный электропривод РэмТЭК компании НПП ТЭК, внешний вид которого изображен на рисунке 12.



Рисунок 12 – внешний вид электропривода РэмТЭК

Электроприводы РэмТЭК предназначены для дистанционного и местного управления запорной, и запорно-регулирующей трубопроводной арматурой различных диаметров и давлений в химической, нефтяной, газовой, энергетической отраслях промышленности. Взрывозащищенные электроприводы РэмТЭК сертифицированы в соответствии со всеми ключевыми стандартами и специально спроектированы для работы в агрессивных и взрывоопасных условиях окружающей среды. Электроприводы РэмТЭК имеют уровень взрыва защиты «взрывобезопасное электрооборудование» [12].

Таблица 8 – Основные характеристики

Тип исполнения приводного органа	вращательный
Крутящий момент, Нм	(40 – 15000)
Частота вращения, об/мин	от 0,75 до 450 об/мин
Протоколов связи	Modbus RTU, PROFIBUS DP, PROFINET, FF H1
Напряжение питания	~380 В/~220 В
Диапазон рабочих температур, °С	(минус 60 – 50)
Выходные сигналы	(4 – 20) мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

2.8 Разработка схемы внешних проводок

Схема соединений внешних проводок – это комбинированная схема, на которой изображены электрические и трубные связи между приборами и средствами автоматизации, установленными на технологическом, инженерно оборудовании и коммуникациях (трубопроводах, воздуховодах и т.д.), вне щитов и на щитах, а также связи между щитами, пультами, комплексами или отдельными устройствами комплексов. [2]

Сигналы, приходящие со всех датчиков и исполнительных механизмов, по контрольным кабелям поступают в клеммные соединительные коробки, откуда они попадают на щит оператора. Клеммная соединительная коробка (КСК) предназначена для соединения кабелей при монтаже различного технологического оборудования. Выберем коробки КСК-12, КСК-20 на 12, 20 контактов соответственно.

В качестве контрольных кабелей, передающих сигнал от первичных преобразователей и ИМ, возьмем кабель КВВГЭнг-LS. Данный кабель представляет собой кабель с медной жилой и поливинилхлоридной оболочкой не распространяющей горение с низким дымо- и газовыделением.

КВВГЭнг-LS предназначен для эксплуатации в кабельных сооружениях и помещениях для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам, сборкам зажимов электрических распределительных устройств с номинальным переменным напряжением до 660 В номинальной частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В.

Количество жил в контрольных кабелях выберем равным 5 и 19 при соединении приборов с КСК и со шкафом управления, неиспользуемые жилы являются резервными.

Полученные схемы соединения внешних проводок электродегидрататора приведены в приложении Б.

2.9 Разработка алгоритмов управления АС

В автоматизированной системе на разных уровнях управления могут использоваться различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/останова технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме);
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование расхода, уровня и т. п.) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК);
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) [2].

В данной ВКР разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

2.9.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения уровня. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных измерений, блок-схема которого представлена в приложении Г.

Суть данного алгоритма в формировании сигналов, передача их на местный щит управления в контроллер, выработка управляющих сигналов в случае превышения уставок и передача их на исполнительные механизмы, передача сигнала измерения в SCADA систему SIMANTIC WinCC, где

происходит мониторинг оператором, ее запись в архив и построение трендов по полученной информации.

2.9.2 Алгоритм автоматического управления технологическим параметром

Одним из этапов проектирования является разработка алгоритма автоматического регулирования технологического параметра. В данной системе такими параметрами являются, уровень нефти и уровень раздела фаз «нефть-вода» в электродегидраторе. Алгоритм управления обеспечивает контроль двух уровней:

- уровень нефти в резервуаре задвижкой по показаниям датчика уровня нефти;
- сброс воды осуществляется через задвижку по показаниям датчиков уровня воды.

Алгоритм работы представлен следующим образом:

- на вход ПИД-регулятора поступает сигнал, определяющий заданное значение уровня нефти, а также сигнал непосредственно с уровнемера;
- на основании ошибки – разности этих сигналов, контроллер вырабатывает управляющее воздействие в виде токового сигнала (4 – 20) мА, поступающего на вход частотного преобразователя;
- частотный преобразователь, используя информацию с контроллера, выдает силовой сигнал на электропривод. Изменяя частоту поступающего на электропривод напряжения, ЧП контролирует скорость его вращения;
- электропривод оказывает непосредственное механическое воздействие на исполнительный орган – клапан, регулирующий уровень воды в электродегидраторе.

На рисунке 13 приведена разработанная структурная схема системы автоматического регулирования уровня воды.

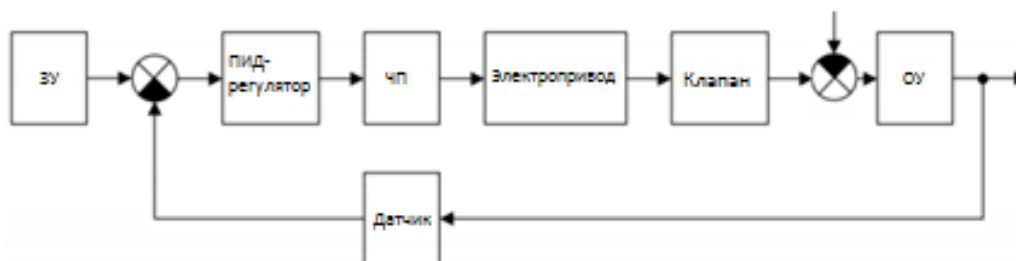


Рисунок 13 – структурная схема контура регулирования уровня воды в электродегидраторе

Структурная схема состоит из следующих блоков:

- пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора (ПИД-регулятор)

$$W_{pid}(s) = k_p + k_i \frac{1}{s} + k_d s,$$

где k_p, k_i, k_d – коэффициенты настройки ПИД-регулятора;

- частотный преобразователь описывается апериодическим звеном первого порядка с постоянной времени 0,1 с, в соответствии с технической документацией, и коэффициентом передачи

$$k_{чп} = \frac{f}{I} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ Гц} / \text{мА},$$

где f – частота управляющего сигнала, изменяющаяся от 0 до 50 Гц, I – управляющий токовый сигнал;

- асинхронный электропривод для управления задвижкой представляет собой апериодическое звено первого порядка с постоянной времени электропривода 0,2 с, в соответствии с технической документацией, и коэффициентом передачи

$$k_{ад} = \frac{\omega}{f} = \frac{200}{50} = 4 \text{ рад} / \text{с} / \text{Гц},$$

где ω – скорость вращения асинхронного двигателя, входящего в состав электропривода;

- В электроприводе РэмТЭК используется четверть оборотный редуктор, для данного редуктора передаточное отношение равно 72 к 1, передаточная функция редуктора примет вид:

$$k_{ред} = \frac{1}{72};$$

- передаточная функция клапана представляет собой интегратор с нелинейным звеном, ограничивающим процент открытия клапана от 0 до 100%.

$$W_{кл}(s) = \frac{1}{s};$$

- В качестве объекта управления выступает электродегидратор, передаточная функция которого определяется как передаточная функция резервуара:

$$W_{оу}(s) = \frac{k_{оу}}{s}, \quad k_{оу} = \frac{1}{2L\sqrt{Dh - h^2}},$$

где L и D – длина и внутренний диаметр электродегидратора, м; h – уровень раздела фаз нефть-вода, м;

- датчик представляет собой передаточную функцию – коэффициент, который принимаем равным 1.

Моделирование процесса было выполнено в графической среде Simulink программного обеспечения Matlab, полученная операторно-структурная схема, представлена на рисунке 14.

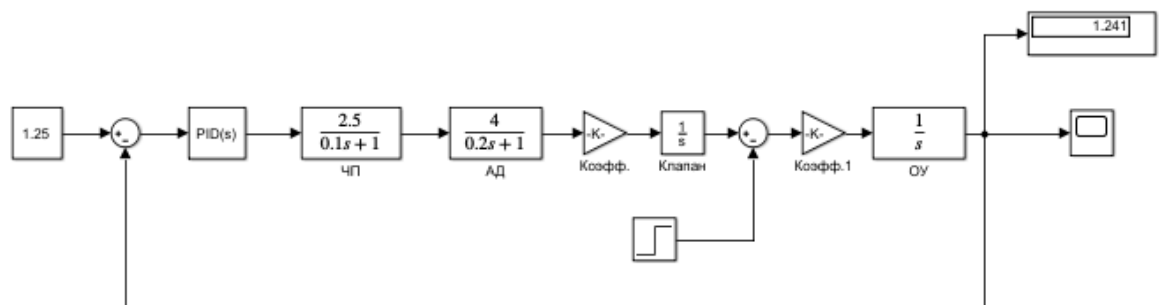


Рисунок 14 – Операторно-структурная схема контура регулирования уровня воды

На рисунке 15 представлен переходный процесс изменения уровня на выходе системы управления электродегидратора, точнее, контура

регулирования уровня воды. В качестве задающего воздействия был задан уровень 1.25 м. В качестве регулятора методом автоматической настройки был определен ПИД-регулятор.

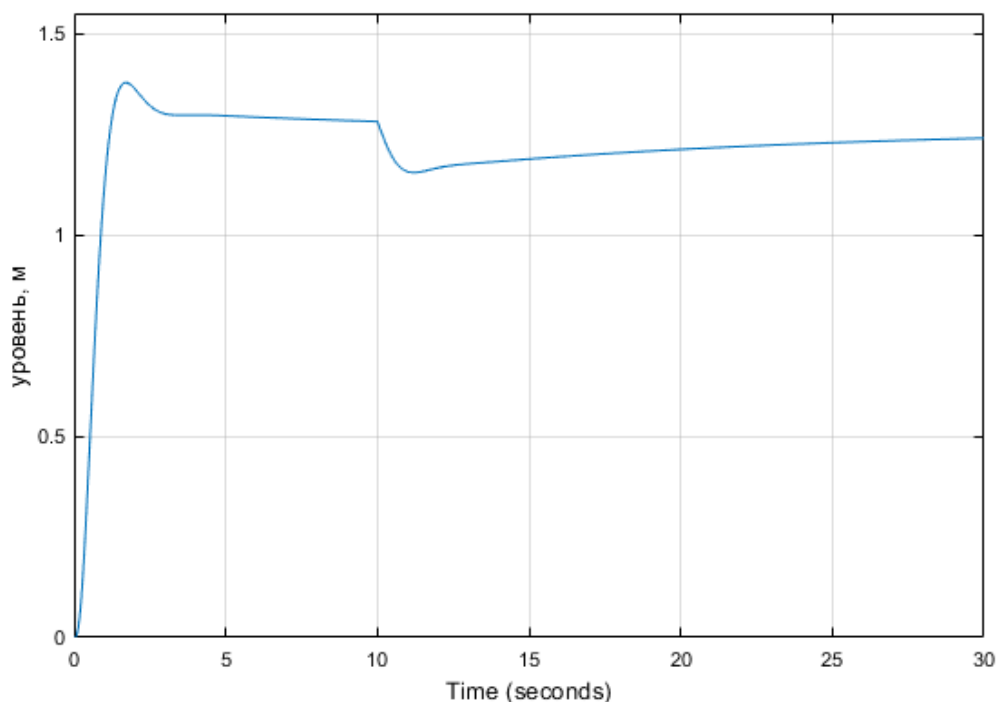


Рисунок 15 – График переходного процесса контура регулирования уровня воды

Необходимым является проверка разработанной системы на робастность, стабильную работу при возникновении возмущающих факторов. На 10 секунде измерения в систему вводится возмущающее воздействие в виде моментального падения уровня воды на 0.15 м, с которым система справляется за время равное 10 с. Коэффициенты настройки ПИД – регулятор: $k_p = 48.06$, $k_i = 0.556$, $k_d = 606.5$. Показатели качества, определяемые по графику переходного процесса контура регулирования уровня воды:

- перерегулирование при данных настройках около 5%;
- время переходного процесса составляет порядка 8 секунд.

Анализируя полученные результаты моделирования системы можно сделать вывод о том, что система выходит на установившееся значение 1,25 м с

незначительным перерегулированием, что говорит о работоспособности и устойчивости системы.

2.10 Разработка программного обеспечения для ПЛК

Для программирования выбранного логического контроллера будем использовать программную среду SIMANTIC Step7. В данной программной среде имеется большой набор стандартных элементов, позволяющих реализовать различную логику действия. SIMANTIC Step7 поддерживает стандарт IEC6 1131-3 в котором описан синтаксис и семантика пяти языков программирования ПЛК, таких как: SFC (Sequential Function Chart), LD (Ladder Diagram), FBD (Functional Block Diagram), ST (Structured Text), IL (Instruction List).

2.11 Экранные формы АС

Управление в АС электродегидрататора реализовано с использованием SCADA-системы SIMANTIC WinCC.

Основными функциями, выполняемыми SCADA-системой, являются:

- сбор первичной информации от устройств нижнего уровня;
- архивирование и хранение информации для последующей обработки (создание архивов событий, аварийной сигнализации, изменения технологических параметров во времени, полное или частичное сохранение параметров через определенные промежутки времени);
- визуализация процессов;
- реализация алгоритмов управления, математических и логических вычислений, передача управляющих воздействий на объект;
- документирование, как технологического процесса, так и процесса управления;

- (создание отчетов), выдача на печать графиков, таблиц, результатов вычислений и др.;
- защита от несанкционированного доступа в систему [3].

Экранная форма (мнемосхема) АС управления электродегидратора представлена на рисунке 16.

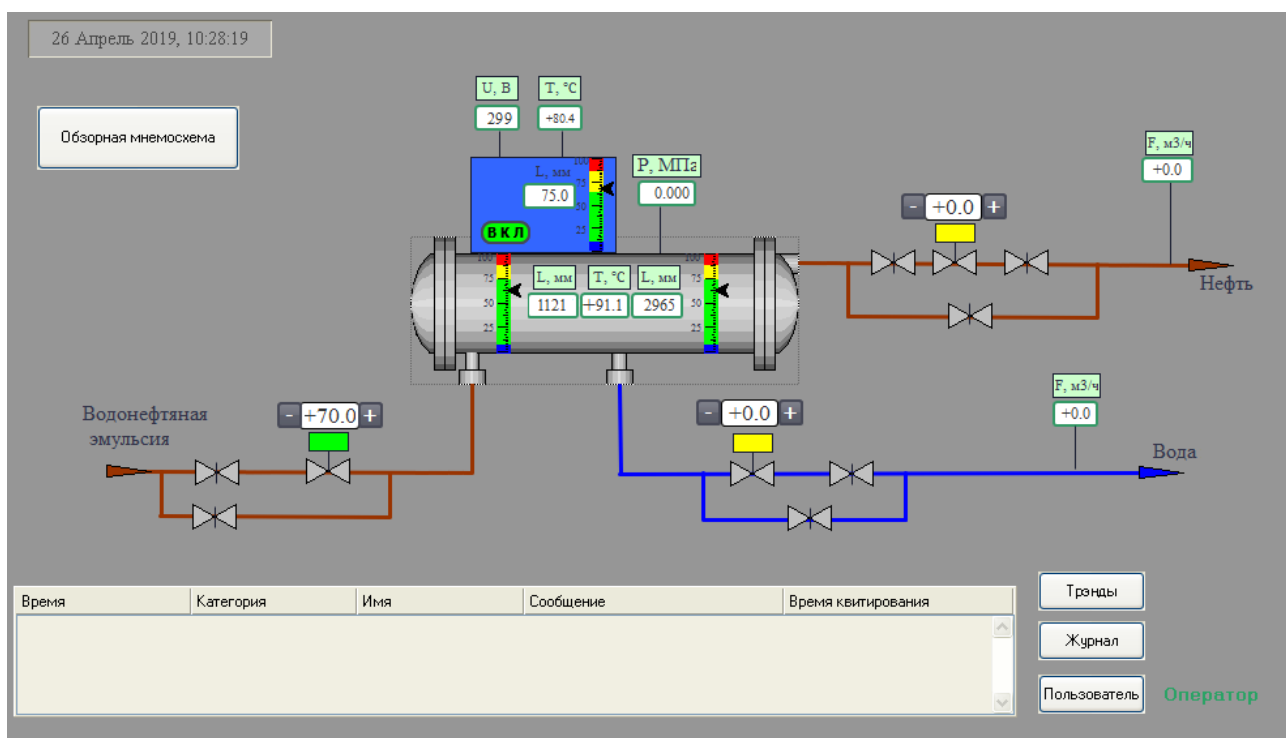


Рисунок 16 – Экранные формы АСУТП электродегидратор

Информация на экране рабочей станции оператора представляется в виде:

- изображений, представляющих мнемосхемы технологического процесса;
- числовых значений параметров;
- изображений аналоговых параметров в виде столбцов уровней жидкостей. При этом величина столбика соответствует реальному значению параметра;
- графиков изменения параметров во времени;
- текстовых сообщений о событиях в системе или состоянии технологического оборудования.

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующими учетными данными необходимо нажать на иконку «ключ» в левом верхнем углу приложения. Для смены пользователя необходимо нажать на иконку «выход» в левом верхнем углу приложения.

В системе принята следующая цветовая гамма:

- *Серый цвет (или розовый)* - используется для изображений и отображения параметров, значение которых в данный момент несущественно, не используется или не достоверно;
- *Зеленый цвет* - нормальное значение параметра; формирование разрешающей команды; технологический агрегат исправен и (или) включен;
- *Желтый цвет* - используется для предупредительной сигнализации значений параметров, вывода предупреждающих сообщений;
- *Красный цвет* - используется для аварийной сигнализации значений параметров и вывода сообщений о неисправностях или авариях в системе.

Дополнительно с предупредительной и аварийной цветовой сигнализацией может использоваться признак мигания, как правило, при не квитированных аварийных или предупредительных событиях. Одновременно с цветовой предаварийной и предупредительной сигнализацией формируется звуковой сигнал.

Значения уровней в системе отображаются в виде столбца на изображениях резервуаров, высота которого соответствует текущему значению уровня в диапазоне (0 – 100) %. При нарушении параметром предупредительной или аварийной границы цвет столбца изменится на желтый или красный, соответственно.

При использовании датчиков дискретного типа, уровень отображается столбцом с дискретной заливкой соответствующей определенному уровню (НУ, ВУ).

Для индикации состояния насосов принята следующая цветовая схема:

- *Красный цвет* - оборудование в аварийном режиме;
- *Серый цвет* - оборудование выключено в нормальном режиме;
- *Зеленый цвет* - оборудование включено в нормальном режиме;

Состояние отсечных клапанов и задвижек также отображается цветом:

- *Красный* – аварийное состояние;
- *Зеленый* – открыта;
- *Желтый* - закрыта;
- Мигание с *желтого на серый* – закрывается;
- Мигание с *зеленого на серый* – открывается.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т41	Салихов Тимур Рустамович

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники инженерной школы информационных технологий и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

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

1. Стоимость ресурсов технического проекта (ТП): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Принять по действительным ценам Ставка НДС – 20 % Ставка социального налога – 30 %
2. Нормы и нормативы 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 ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление графика работ Расчёт полных затрат на ВКР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка технико-экономической эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Альтернативы проведения ТП
3. График проведения и бюджет ТП
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		07.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Салихов Тимур Рустамович		

3 Планирование научно-исследовательских работ

3.1 Структура работ в рамках научного исследования

При разработке научно-технического проекта одним из важных этапов является его технико-экономическое обоснование. Оно позволяет выделить преимущества и недостатки разработки, внедрения и эксплуатации данного программного продукта в разрезе экономической эффективности, социальной значимости и других аспектах.

Для реализации проекта необходимы два исполнителя – руководитель и исполнитель (инженер). Руководитель формулирует цель проекта, предъявляемые к нему требования, осуществляет контроль над его практической реализацией для соответствия требованиям и участвует в стадии разработки документации и рабочих чертежей. Исполнитель непосредственно осуществляет разработку проекта.

Одной из основных целей планирования работ является определение общей продолжительности их проведения. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения определим события и составим таблицу 14.

Таблица 14– Перечень работ и распределение исполнителей

Код	Событие	Должность исполнителей
1	Постановка задачи	Руководитель
2	Составление технического задания	Руководитель
3	Подбор и изучение литературы	Исполнитель
4	Разработка проекта	Исполнитель
5	Формирование информационной базы	Исполнитель
6	Набор методического пособия	Исполнитель
7	Проверка	Руководитель Исполнитель
8	Анализ результатов	Руководитель Исполнитель
9	Апробация инструментального средства	Исполнитель
10	Оформление отчетной документации о проделанной работе	Исполнитель
11	Составление пояснительной записки	Исполнитель
12	Сдача готового проекта	Исполнитель

3.2 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

$$T_K = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

где T_K – коэффициент календарности;

$T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 104$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 14$).

$$T_K = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округляются до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 15, на основании которой строится календарный план-график (таблица 16).

Таблица 15 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Продолжительность работ					
		Tmin, чел. дн.	Tmax, чел. дн.	Тож, чел. дн.	Тр, раб.дн .	Ткд, кал. дн.	
Постановка задачи	Руководитель	1	2	1,4	1,4	2	
Составление тех. задания	Руководитель	2	3	2,4	2,4	4	
Подбор и изучение литературы	Студент	7	8	7,4	7,4	11	
Разработка проекта	Руководитель Студент	30	38	33,2	16,6	24	
Формирование информ. базы	Руководитель Студент	42	45	43,2	21,6	32	
Набор метод.пособия	Студент	10	11	10,4	10,4	15	
Проверка	Руководитель Студент	2	3	2,4	2,4	4	
Анализ результатов	Руководитель Студент	2	3	2,4	2,4	4	
Апробация инструментального средства	Студент	3	6	4,2	4,2	6	
Оформление отчетной док-ции о проделанной работе	Студент	6	7	6,4	6,4	9	
Составление пояснительной записки	Студент	4	5	4,4	4,4	6	
Сдача готового проекта	Студент	1	2	1,4	1,4	2	
Итого:	Руководитель						38
	Студент						81

Таблица 16 - календарный план-график

№	Вид работ	Исполнители	Ткд	Продолжительность вып-я работ											
				Февраль			Март			Апрель			Май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Постановка задачи	руководитель	2												
2	Составление технического задания	руководитель	4												
3	Подбор и изучение литературы	студент	11												
4	Разработка проекта	руководитель студент	24												
5	Формирование информационной базы	руководитель студент	32												
6	Набор методического пособия	студент	15												
7	Проверка	руководитель студент	4												
8	Анализ результатов	руководитель студент	4												
9	Апробация инструментального средства	студент	6												
10	Оформление отчетной документации о проделанной работе	студент	9												
11	Составление пояснительной записки	студент	6												
12	Сдача готового проекта	студент	2												

На выполнение НИОКР для выпускной квалификационной работы было затрачено 119 дней. Был составлен календарный план-график проведения научного исследования, который включал в себя выполнение 12 этапов (видов работ), которые выполнялись в определённой последовательности. На каждом этапе руководитель и студент решали разносторонние задачи. Синим квадратом на графике показано, сколько времени был задействовано руководителем для выполнения работы, а зеленым цветом показано время, затраченное студентом. В процессе проведения работ возникали такие моменты, что для прохождения очередного этапа исследования и сокращения времени на выполнение НИОКР руководитель и студент параллельно решали поставленные перед ними задачи, что показано на графике сине-зелеными квадратами. Компетентность руководителя, наличие большой научно-технической базы, и образованность, целеустремлённость студента позволили в назначенный срок выполнить работу и прийти к положительному результату.

3.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.1.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и при необходимости – доставку.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расх\ i} ,$$

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

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы составляют 20% от стоимости материалов.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб	Затраты на материалы
Контроллер SIMATIC S7-300	шт.	1	323000	323000
Медиаконвертер Моха	шт.	2	15186	30372
Расходомер ЭМИС Вихрь 200	шт.	2	79140	158280
Датчики давления Метран-150	шт.	1	23700	23700
Датчик температуры Метран-286	шт.	1	19600	19600
Уровнемер ПЛП 2000	шт.	2	55000	110000
Сигнализатор уровня Rosemount 2120	шт.	1	71620	71620
Электропривод РэмТЭК	шт.	5	63850	319250
Итого мат.затрат				1055822
Транспортно- заготовительные расходы	%	5		52791.1
Всего				1108613.1

3.1.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования ПЛК фирмы Siemens. В таблице 18 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат на приобретение ПО

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед. в руб	Затраты на материалы
Лицензионное ПО SIMANTIC Step7	шт.	1	153245	153245
Лицензионное ПО SIMANTIC WinCC	шт.	1	147330	147330
Итого:				300575

3.1.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного и инженерно-технического работников, непосредственно участвующих в выполнении работ. 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 50 % оклада.

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

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 19);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – 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;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн. (таблица 19).

Таблица 19 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней • выходные дни • праздничные дни	66	118
Потери рабочего времени • отпуск • невыходы по болезни	36	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	263	247

Месячный оклад:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (11)$$

$$Z_{\text{мес.доп.}} = Z_{\text{мес.}} \cdot K_{\text{доп.з.п.}}$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,1 (т.е. 10% от $Z_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (т.е 30%) для Томской области.

$$Z_{\text{тс.р}} = 33664,0 \text{руб.} \quad Z_{\text{тс.и}} = 7454,13 \text{руб.}$$

Месячный заработок руководителя:

$$Z_{\text{м}} = 33664,0 \cdot (1 + 0,1) \cdot 1,3 = 48139,52 \text{руб.}$$

Месячный заработок исполнителя:

$$З_{\text{м}} = 7454,13 \cdot (1 + 0,1) \cdot 1,3 = 10659,40 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{мес. доп. н.р.}} = 48139,59 \cdot 0,188 = 9050,24 \text{ руб}$$

$$З_{\text{мес. доп. и}} = 10659,40 \cdot 0,1333 = 1420,89 \text{ руб}$$

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{дн}} = (48139,52 + 9050,24) \cdot 10,4 / 263 = 2261,4 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата исполнителя:

$$З_{\text{дн}} = (10659,40 + 1420,89) \cdot 11,2 / 247 = 547,77 \text{ руб.}$$

Таблица 20 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Тарифная заработная плата	Премия коэффициент	Районный коэффициент	Месячный основная заработная плата	Месячная дополнительная заработная плата	Среднедневная заработная плата	Продолжительность работ (рабочие дни)	Заработная плата основная
Руководитель	33664,0	0,1	1,3	48139,5	9050,24	2261,4	38	85933,2
Исполнитель	7454,13	0,1	1,3	10659,4	1420,89	547,77	81	44369,4
Итого:								130302,6

3.5.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды – это обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 21 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	85933.2
Исполнитель	44369.4
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0.3
Итого:	39090.7 руб.

3.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15%.

$$З_{\text{накл}} = (1108613.1 + 300575 + 130302.6 + 39090.7) \times 0.15 = 236787.2 \text{ руб.}$$

3.5.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	1108613.1
Затраты на специальное оборудование	300575
Затраты по ЗП исполнителей темы	130302.6
Отчисления во внебюджетные фонды	39090.7
Накладные расходы	233605.35
Бюджет затрат НТИ	1812186.8

3.6 Определение экономической эффективности исследования

Разрабатываемая АСУ ТП электродегидратора является эффективной, так как позволяет улучшить технические характеристики объекта управления: производительность, удобство эксплуатации, помехоустойчивость, надежность, безопасность.

Проведенный технико-экономический анализ свидетельствует о том, что разработанная АСУ ТП электродегидратора позволит значительно снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию путём сокращения рабочих мест за счёт автоматизации системы, что влечёт за собой уменьшение эксплуатационных расходов.

Количественная оценка эффекта невозможна ввиду отсутствия данных о конкретном объекте внедрения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-8Т41	Салихов Тимур Рустамович

Школа	ИИШИТР	Отделение (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники инженерной школы информационных технологий и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Тема ВКР:

Разработка автоматизированной системы управления электродегидратором	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочей зоной является помещение операторной. В операторной рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров электродегидратора.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	1. СанПиН 2.2.4.548 – 96 2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 3. СП 52.13330.2016 4. СанПиН 2.2.4.3359-16 5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ 6. СНиП 2.11.03-93 7. Федеральный закон 69-ФЗ 8. Федеральный закон. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. №123-ФЗ, 2013 9. Рабочее место при выполнении работ сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Повышенная или пониженная влажность воздуха; 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3. Повышенный уровень шумов на рабочем месте; 4. Электромагнитное излучение. 5. Электрический ток (источником является ПК, пульт управления). 6. Пожар (на площадке

	электродегидрататора применяются жидкости, которые являются легковоспламеняющимися)
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на литосферу, гидросферу не происходит. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов химических реагентов, связанных с технологическим процессом.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: производственные аварии, пожары и возгорания, взрыв.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООТД	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т41	Салихов Тимур Рустамович		

4 Социальная ответственность

Введение

Объектом исследования является электродегидратор. Данная установка применяется для обезвоживания и обессоливания сырой нефти.

Целью данной работы является разработка эффективной автоматизированной системы управления технологическим процессом электродегидратора. Конечным пользователем разрабатываемой АСУТП установки будут операторы ТУ.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Государственный надзор и контроль в организациях независимо от организационно-правовых форм и форм собственности осуществляют специально уполномоченные на то государственные органы и инспекции в соответствии с федеральными законами.

В условиях непрерывного производства подготовки нефти нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику.

Ведение сменной работы в организации должно быть предусмотрено коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка (ст. 100 ТК РФ). Любой из упомянутых документов при этом должен содержать указания на принятую в организации продолжительность рабочей недели (без выходных, пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением

выходных дней по скользящему графику), продолжительность ежедневной работы (смены), время начала и окончания работы, время перерывов в работе, число смен в сутки (две, три, четыре), чередование рабочих и нерабочих дней.

На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Действующее трудовое законодательство закрепляет следующие принципы организации оплаты труда:

- за равноценный труд производится равная оплата;
- оплата труда зависит от трудового вклада работника и максимальным размером не ограничена;
- минимальный размер оплаты труда устанавливается государством и гарантируется как минимальная заработная плата за труд неквалифицированного работника, полностью отработавшего норму рабочего времени при выполнении простых работ в нормальных условиях труда;
- труд оплачивается дифференцированно в зависимости от его сложности, тяжести, вредности условий труда и т.п.;
- оплата труда конкретного работника должна быть установлена в трудовом договоре;
- формы, система и тарифы оплаты труда устанавливаются коллективными договорами и соглашениями.

Кроме того, в ст. 130 ТК определена система основных государственных гарантий по оплате труда работников:

- величина минимального размера оплаты труда;

- меры, обеспечивающие повышение уровня реального содержания заработной платы;
- ограничение перечня оснований и размеров удержаний из заработной платы по распоряжению работодателя, а также размеров налогообложения доходов от заработной платы;
- ограничение оплаты труда в натуральной форме;
- обеспечение получения работником заработной платы в случае прекращения деятельности работодателя и его неплатежеспособности в соответствии с федеральными законами;
- государственный надзор и контроль за полной и своевременной выплатой заработной платы и реализацией государственных гарантий по оплате труда;
- ответственность работодателей за нарушение требований, установленных действующими нормативными правовыми актами, коллективными договорами, соглашениями;
- сроки и очередность выплаты заработной платы.

Исходя из тарифов, ставок, разрядов, устанавливается заработная плата.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При организации рабочего места необходимо выполнять требования эргономики, то есть учитывать все факторы, влияющие на эффективность действий человека при обеспечении безопасных приемов его работы.

Размер зоны приложения труда зависит от характера труда и может ограничиваться площадью, оснащенной технологическим основным и вспомогательным оборудованием, технологической оснасткой, инструментами и приспособлениями, а также пультом и щитом управления.

Рабочие места проектируются с учетом антропометрических данных человека усредненных размеров человеческого организма, так как если размещение органов управления не соответствуют возможностям оператора, то выполняемая работа будет тяжелой и утомительной.

Комфортной рабочей средой рабочего места называется такое состояние внешней среды на рабочем месте, которое обеспечивает оптимальную динамику работоспособности оператора, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья. Параметры рабочего места приведены таблице 23.

Таблица 23 – параметры рабочего места

Параметр	Допустимые значения	Действительные значения
Высота сидения	400 – 500 мм	420 мм
Высота клавиатуры	600 – 750 мм	750 мм
Удалённость клавиатуры	< 80 мм	80 мм
Высота от стола до клавиатуры	20 мм	20 мм
Удалённость экрана	500 – 700 мм	550 мм
Высота рабочей поверхности	> 600 мм	740 мм

4.2 Профессиональная социальная ответственность

Любая производственная деятельность сопряжена с воздействием на работающих вредных и опасных производственных факторов. Под условиями труда подразумевается совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и производительность труда человека в процессе труда [14].

Отсюда обеспечение безопасных условий труда – одна из основополагающих целей, к которой должно стремиться руководство предприятия.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- физические;

- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Перечень опасных и вредных факторов, действующих на оператора ТУ приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы при работе оператора ТУ

Источник фактора, наименование видов работ	ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы.		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Оператор ТУ	1. Отклонения температуры и влажности воздуха от нормы. 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте. 3. Электромагнитные и ионизирующее излучения. 4. Недостаточная освещенность рабочего места.	1. Поражение электрическим током.	СанПиН 2.2.4.548 – 96 [15]. СП 52.13330.2016 [17]. ГОСТ 12.1.003-2014[18]. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [19]. ГОСТ 12.1.002-84 [20]. СанПиН. 2.1.8/2.2.4.1383-03 [21]. СО 153-34.20.120-03 [22]. ГОСТ 12.4.124-83 [23]. ГОСТ 12.1.004-91. НПБ 105-03 [24].

Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энерготрат организма в кКал/ч (Вт). Работа оператора ТУ относится к категории Ia (работа с интенсивностью энерготрат до 120 ккал/час (до 139 Вт), производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением).

По степени физической тяжести работа оператора ТУ относится к категории легких работ. Основные нагрузки на организм – нервно-

психологические, а также зрительные. Так как основным видом работы оператора является работа с прикладным программным обеспечением и технической документацией, то потенциальными источниками опасных и вредных факторов являются персональные компьютеры и мониторы.

Воздействие неблагоприятных факторов производства приводит к снижению работоспособности, вызываемое развивающимся утомлением; появление и развитие утомления связано с изменениями, возникающими в работе центральной нервной системы, с тормозными процессами в коре головного мозга.

Обеспечение условий высокопроизводительного и безопасного труда заключается в организации рабочего места и создании нормальных условий труда. При этом должны быть предусмотрены меры по предупреждению или снижению утомляемости работающего [14].

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

4.2.1.1 Отклонение показателей микроклимата

Высокая производительность и комфортность труда на рабочем месте оператора ТУ зависит от микроклимата в производственном помещении. Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха [15].

Санитарные правила и нормы предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

В помещении должны быть обеспечены оптимальные параметры микроклимата, которые установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека и представлены в таблице 25.

Таблица 25 – оптимальные параметры микроклимата в помещении

Период года	Холодный и переходный	Теплый
Температура, °С	22 – 24	23 – 25
Относительная влажность, %	40 – 60	40 – 60
Скорость движения воздуха, м/с	до 0,1	0,1–0,2

4.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Он может создаваться работающим оборудованием, установками кондиционирования воздуха, преобразователями напряжения, работающими осветительным приборами дневного света, а также проникает извне [18].

Сильный шум вызывает трудности в распознавании цветовых сигналов, снижает быстроту восприятия цвета, остроту зрения, зрительную адаптацию, нарушает восприятие визуальной информации, снижает способность быстро и точно выполнять координированные движения, уменьшает на 5-12% производительность труда. Длительное воздействие шума с уровнем звукового давления 90 дБ снижает производительность труда на 30-60%. Неблагоприятное действие шума на человека зависит не только от уровня звукового давления, но и от частотного диапазона шума (наиболее важный для слухового восприятия интервал от 45 до 10000 Гц), а также от равномерности воздействия в течение рабочего времени [19].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 [18]. Согласно данному документу при выполнении основной работы на ЭВМ уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [19].

4.2.1.3 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Источниками электромагнитных полей являются любые электрические приборы. Большая часть электромагнитного излучения, ЭВМ

происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжений электрического и магнитного полей, потока энергии, диапазона частот, продолжительности облучения, характера излучения, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма [21].

Нарушения в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер.

При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

Способы защиты от ЭМП на путях распространения [20]:

- применение поглотителей мощности;
- увеличение расстояния от источника излучения;
- уменьшение времени пребывания в поле и под воздействием излучения;
- подъем излучателей и диаграмм направленности излучения;
- блокировочные излучения;
- экранирование излучений.

4.2.1.4 Недостаточная освещенность рабочего места

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

Неудовлетворительное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма. Неправильная эксплуатация, так же, как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве осветительных установок, могут привести к пожару, несчастным случаям. При таком освещении снижается производительность труда и увеличивается количество допускаемых ошибок. [17]

Ввиду недостаточности естественного освещения в рабочем помещении используется комбинированное освещение, при котором в светлое время суток используется одновременно естественный и искусственный свет [17].

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Нормы освещенности приведены в СП 52.13330.2016 освещенность рабочего места оператора ТУ должна составлять от 300 до 500 Лк. при общем освещении. Также допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк.

4.2.1.5 Электробезопасность

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05 А – безопасен (до 1000 В). С целью предупреждения

поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности [22].

В соответствии с правилами электробезопасности в служебном помещении должен осуществляться постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть компьютеры, осветительные приборы, другие электроприборы [23].

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность. При работе с компьютером (дисплей, системный блок, клавиатура) и принтером существует опасность поражения электрическим током:

- при непосредственном прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ЭВМ;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- при коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается «Правила устройства электроустановок» [22], все помещения делят на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

Помещение операторной относится к помещению без повышенной опасности, так как в нем отсутствуют следующие условия [22]:

- повышенная влажность (относительная влажность воздуха длительно превышает 75%);
- высокая температура (более 30 °C);
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- возможность одновременного соприкосновения к имеющим соединение с землей металлическим предметам и металлическим корпусам электрооборудования.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами, корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм, который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 48 мм при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом. Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Для снижения величины возникающих зарядов статического электричества покрытие технологических полов выполнено из однослойного поливинилхлоридного антистатического линолеума. [23]

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

Опасные психофизиологические и вредные производственные факторы, согласно ССБТ делятся на физические перегрузки (статические, динамические) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки). На протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные

перерывы. Продолжительность непрерывной работы с ВДТ и ЭВМ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [28].

В помещениях, оборудованных ЭВМ, проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Помещения с ЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение.

Для общего освещения помещений лучше использовать люминесцентные лампы.

В целях устранения бликов отражения поверхность экрана обрабатывается различными способами (кислотой, нанесением рассеивающих покрытий) или используются специальные фильтры. Для общего освещения лучше использовать потолочные или встроенные светильники с люминесцентными лампами. Источники света рекомендуются нейтрально-белого или теплого белого цвета. Световой поток от газоразрядных ламп по спектральному составу близок к естественному освещению и поэтому более благоприятен для зрения. Однако есть и недостаток эти лампы имеют пульсацию светового потока.

Наиболее эффективным средством снижения шума является снижение его в источнике. Снижение шума в источнике достигается путем замены шумных устройств (вентиляторы в системном блоке) на бесшумные; устанавливают наиболее усовершенствованный кондиционер воздуха. Также применяют звукопоглощающие облицовки для отделки потолка и стен шумных помещений, что приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот (65 Дб), что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе

разработанных в результате аттестации рабочих мест по условиям труда, и оценку уровней профессиональных рисков.

Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков утверждается в соответствии со ст. 226 ТК РФ. Конкретный перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков определяется работодателем исходя из специфики его деятельности.

Мероприятия по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков:

- аттестация рабочих мест по условиям труда, оценка уровней профессиональных рисков;
- обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
- обучение, инструктаж, проверка знаний по охране труда работников.
- Проведение в установленном порядке обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований);
- устройство новых, модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
- внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах.
- механизация работ при складировании и транспортировании сырья, отходов производства и т.д.

4.3 Экологическая безопасность

При нормальной работе технологического оборудования возможны постоянные небольшие утечки загрязняющих веществ в атмосферу. Выброс вредных веществ происходит:

- на открытых технологических площадках через запорно-регулирующую арматуру;
- от оборудования, расположенного в блоках, через воздухопроводы и дефлекторы;
- при заполнении емкостей через воздушники и свечи рассеивания.

При работе технологического оборудования возможны периодические непродолжительные по времени (залповые) выбросы, превышающие по мощности постоянные. Это технически неизбежные выбросы, обусловленные технологическим регламентом производства. [26]

Основными загрязнителями атмосферы при работе с сырой нефтью являются углеводороды, оксиды азота, оксид углерода, химреагенты и т.д.

Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу, отличаются по своим свойствам и оказывают различное воздействие на окружающую среду.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Перечень возможных чрезвычайных ситуаций

На основе анализа статистических данных об авариях на площадках нефтегазового комплекса прогнозируются следующие чрезвычайные ситуации:

- отключение электроэнергии;
- взрыв газовой смеси в технологических установках и помещениях;
- пожар в технологических установках и помещениях.

Наиболее опасной для производства и жизни людей чрезвычайной ситуацией является взрыв.

Поскольку технологические установки и помещения нефтегазового комплекса относятся к категории взрывоопасных, то предусмотрена автоматическая защита при повышенной загазованности и при пожаре. Выбранный современный комплекс технических средств обеспечивает надежность срабатывания защит, а также безопасность производства [24].

Система контроля технологических параметров позволяет уменьшить вероятность возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций, ведущих к тяжелым экологическим последствиям и возможным человеческим жертвам. Это достигается следующими функциями системы:

- контроль значений основных технологических параметров;
- оперативное предупреждение дежурного технолога об отклонениях от заданных уставок или изменениях технологических параметров;
- контроль состояния и исправность технологического оборудования;
- контроль загазованности и пожароопасности помещения.

4.4.2 Пожарная безопасность

Пожар представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях. А также может представлять серьезную угрозу жизни и здоровью персонала. [24]

Под пожарной безопасностью понимается состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара на рассматриваемой площадке обуславливается следующими факторами: работа с открытой электроаппаратурой; короткое замыкание в блоке питания или

высоковольтном блоке; нарушенная изоляция электрических проводов; несоблюдение правил пожарной безопасности; наличие горючих компонентов: масляные жидкости, изоляция кабелей и т.п.; наличие кислорода, как окислителя процессов горения.

Источниками зажигания на площадке могут быть электронные схемы от электрооборудования, электродвигатели, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

Для данной площадки установлена категория пожарной опасности В - пожароопасные.

Пожарная профилактика основывается на устранении благоприятных условий возгорания. В рамках обеспечения пожарной безопасности решаются четыре задачи: предотвращение пожаров и возгорания, локализация возникших пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожара.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования. Необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение тушения пожара: обеспечить подъезды к зданию; обесточивание электрических кабелей; наличие пожарных щитов и

ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами; телефонная связь с пожарной охраной; огнетушители: химический пенный ОХП-10 и углекислотный ОУ-2 [25].

Выводы

В ходе выполнения ВКР были рассмотрены вопросы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. Были проработаны проектные решения, исключающие несчастные случаи на производстве, вопросы по снижению влияния опасных и вредных факторов на работников, а также вопросы связанные со снижением количества вредных воздействий на окружающую среду.

Вопросы, связанные с социальной ответственностью, очень важны и применяются на практике. Все специалисты должны знать и соблюдать законодательство в данной области, что позволит минимизировать негативное действие производства и проектируемых разработок.

Заключение

В ходе выполнения ВКР выполнена разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом электродегидратора.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был рассмотрен технологический процесс глубокого обезвоживания нефти при помощи электродегидратора. Были предложены современные аппаратные средства, характеризующиеся высокой надёжностью. Были спроектированы структурная и функциональная схема автоматизации, позволяющие определить состав оборудования, количество каналов передачи данных и количество сигналов. Были разработаны схемы внешних проводок, позволяющие понять систему передачи сигналов от полевых устройств на АРМ оператора, а также для успешного устранения неисправностей в случае их возникновения.

Для управления технологическим оборудованием и сбором данных были разработаны алгоритмы сбора данных и управления. Была разработана мнемосхема АСУТП электродегидратора, отображаемая на экране АРМ оператора.

Проведенный технико-экономический анализ свидетельствует о том, что разработанная АСУТП УПН позволит значительно снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию.

Анализ безопасности и экологичности проекта свидетельствует о снижении вероятности возникновения аварийных ситуаций на установке за счет своевременного оповещения обслуживающего персонала.

Список используемых источников

1. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справ. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
2. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 156 с.
3. Описание технологического процесса электродегидратора. [Электронный ресурс]. URL: <https://gazovikoil.ru/elektrodegidurator>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 11.03.2019 г.
4. Ицкович Э. Л. Классификация микропроцессорных программно-технических комплексов. // Промышленные АСУ. № 10, 1999. – 98 с.
5. Каталог продукции фирмы Siemens. Контроллеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-300.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г.
6. Каталог продукции фирмы Мох. Медиаконвертеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.moxa.ru/shop/ethernet/converters/imc-21/imc-21-s-sc/>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г.
7. Каталог продукции промышленной группы «Метран». Датчики Давления [Электронный ресурс]. URL: <http://www.metran.ru/catalog/pressure.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г.
8. Каталог продукции промышленной группы «Метран». Датчики Температуры [Электронный ресурс]. URL: <http://www.metran.ru/catalog/temperture.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г..
9. Каталог продукции промышленной группы ОКБ Вектор. Датчики

уровня [Электронный ресурс]. URL: <https://plp.nt-rt.ru> , свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г.

10. Каталог продукции промышленной группы «Emmerson». Сигнализатор уровня [Электронный ресурс]. URL: <http://www2.emersonprocess.com/ru-ru/brands/rosemount/catalog.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г.

11. Каталог продукции. Расходомер ЭМИС Вихрь. [Электронный ресурс]. URL: https://emis-kip.ru/ru/prod/vihrevoj_rashodomer/, свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 14.03.2019 г.

12. Каталог продукции фирмы НПП «ТЭК». Электропривод. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.npptec.ru/1298-1-malogabaritnyeelektroprivody.html> , свободный. – Загл. с экрана. – Язык русс. Дата обращения: 12.03.2019 г.

13. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. М.: Стандартинформ, 2014.– 30с.

14. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация».

15. СанПиН 2.2.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

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

18. ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

19. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

20. ГОСТ 12.1.002-84 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты».
 21. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 «Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона».
 22. ПУЭ изд. 7 «Правила устройства электроустановок».
 23. ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования».
 24. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».
 25. НПБ 105-03 «Нормы пожарной безопасности».
 26. СН 3086-84 «Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
 27. Методические указания к технико-экономическому обеспечению ВКР для студентов всех специальностей ГНФ и ЗГНФ / Томский политехнический университет; Сост. В. Е. Кленина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 20 с.
- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ.