

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система управления газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой

УДК 681.51:621.311.2:621.438

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Белов Дмитрий Юрьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М.С.	к.т.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., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко В. В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин А. В.	к.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Использовать основные знания в области математических и естественных наук для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теоретические и практические навыки и методы решения инженерных задач.
P2	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P3	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P4	Иметь представление о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь выбирать и использовать подходящее программно–техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
Универсальные компетенции	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена и руководителя группы. Быть готовым нести ответственность за риски в работе коллектива при решении 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, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду, юридических аспектов.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Уровень образования – Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) - Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2020
--	------------

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

СОСТАВИЛ:
Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М.С..	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ООП

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Воронин А. В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

в форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т52	Белову Дмитрию Юрьевичу

Тема работы:

Автоматизированная система управления газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 №59-64/с
Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на</i></p>	<p>Объектом исследования является автоматизированная система управление газотурбинной электростанции с закрытым распределительным устройством</p>
--	---

<i>окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	
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>	1 Анализ технологического процесса 2 Анализ действующей установки 3 Разработка структурной схемы 4 Функциональная схема автоматизации 5 Выбор средств реализации АС 6 Заключение по работе
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
1 Основная часть	Старший преподаватель ОАР ИШИТР, Тутов И.А.
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Конотопский В.Ю.
3 Социальная ответственность	Ассистент ООД ШБИП Матвиенко В. В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	07.04.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Суходоев М.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Белов Дмитрий Юрьевич		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т52	Белов Дмитрий Юрьевич

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Использовать действующие ценники и договорные цены на потребленные материальные и информационные ресурсы, а также указанную в МУ величину тарифа на эл. энергию
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	-
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Действующие ставки единого социального налога и НДС (см. МУ)
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Планирование работ и их временная оценка
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Смета затрат на выполнение ВКР
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение срока окупаемости
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. График проведения и бюджет НИ	
2. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Белов Дмитрий Юрьевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Т52	Белову Дмитрию Юрьевичу

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

Тема ВКР:

Автоматизированная система управления газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль состояния управления в реальном масштабе времени объектами и оборудованием ГТЭС. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории ГТЭС.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Рабочее место при выполнении работ в положении сидя должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ.[10]
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Электрический ток (источником является ПК, пульт управления, плк) Пожар (на ГТЭС подготавливается газ) – Повышенная или пониженная влажность воздуха; – Недостаточная освещённость рабочей зоны. – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Повышенный уровень электромагнитных излучений;
3. Экологическая безопасность:	– загрязнение атмосферы – загрязнение литосферы – загрязнение гидросферы
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС на объекте: пожар, взрыв. Наиболее типичной ЧС является пожар(возгорание)

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Матвиенко Владимир Владиславович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т52	Белов Дмитрий Юрьевич		

Реферат

В данной выпускной квалификационной работе представлено 93 с., 29 рисунков, 22 таблицы, 11 источника, 4 приложения.

Ключевые слова: газотурбинная электростанция, распределительная система управления, устройство сопряжения с объектом, контрольно-измерительные приборы, автоматизированное рабочее место, противоаварийная защита.

Цель работы – разработка автоматизированной, в необходимой мере автоматической системы управления газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой для реализации использованы плк, и подходящая под требования SCADA – система.

В ходе разработки проекта была придумана и сделана система для проверки и непосредственного управления ГТЭС с использованием контроллеров AllanBranley, ControlLogic – 1756, с помощью SCADA–системы Wonderware.

Данная система представляет значимость в применении материалов работы на практике в нефтегазодобывающей отрасли. Работа актуальна, соответствует современным требованиям к совершенствованию технических средств и технологических процессов.

Содержание

Термины и определения.....	12
Обозначения и сокращения	13
Введение	14
1 Применение и цели создания АСУ ТП ГТЭС.....	15
1.1 Требования к АСУ ТП ГТЭС.....	15
1.1.1 Требования к структуре.....	15
1.1.2 Режимы функционирования АСУ ГТЭС	17
1.2 Требования к видам обеспечения АСУ ГТЭС	17
1.2.1 Требования к техническому обеспечению	17
1.2.2 Требования к программному обеспечению.....	18
1.2.3 Требования к метрологическому обеспечению	20
2 Аналитика и разработка АСУ ТП ГТЭС.....	21
2.1 Описание технологического процесса	21
2.2 Разработка структурной схемы.....	22
2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации.....	24
2.4 Подбор комплекса аппаратно-технических средств	25
2.4.1 Выбор устройств измерения	25
2.4.1.1 Датчики давления	26
2.4.1.2 Сигнализатор уровня	31
2.4.1.3 Датчик температуры	33
2.4.1.4 Выбор анализатора влажности газа	35
2.4.1.5 Выбор сейсмографа	36
2.4.2 Выбор оборудования среднего уровня	37
2.4.3 Выбор исполнительных механизмов	38

2.5	Разработка внешних подключений	41
2.6.	Выбор алгоритмов управления.....	42
2.7	Разработка алгоритма управления задвижками.....	44
2.7.1	Алгоритм управления электроприводной задвижкой	47
2.7.2	Алгоритм диагностики электроавтоматики после сейсмоздействия	53
2.8	Экранные формы АСУ	54
2.8.1	Разработка дерева экранных форм.....	54
2.8.2	Разработка экранных форм АС	58
3	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
3.2	Организация и планирование ОКР (НИР) работ	65
3.2.1	Определение продолжительности этапов работ	67
3.3	Оценка экономической эффективности проекта	71
4	Социальная ответственность	72
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	73
4.2	Профессиональная социальная безопасность	75
4.2.1	Анализ вредных и опасных факторов.....	75
4.2.2	Анализ вредных факторов.....	76
4.2.2.1	Отклонения показателей микроклимата.....	76
4.2.2.2	Повышенный уровень шума	78
4.2.2.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений	78
4.2.2.4	Недостаточная освещенность рабочей зоны	80
4.3.3	Анализ опасных факторов.....	81
4.3.3.1	Электробезопасность.....	81
4.3.4	Экологическая безопасность	82

4.3.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	82
4.3.5 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду.....	83
4.3.6. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	83
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	84
4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.	84
4.5. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.....	84
4.6. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	85
Заключение	86
Приложение А (обязательное) Структурная схема	90
Приложение Б (справочное) Функциональная схема автоматизации	91
Приложение В (справочное) Алгоритм диагностики электроавтоматики после сейсмоздействия	92
Приложение Г (справочное) Схемы соединений внешних проводов	93

Термины и определения

В работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

PCY – распределенная система управления, предназначенная для управления технологическим процессом;

ПАЗ – система противоаварийной защиты;

СМС – система мониторинга состояния, технического обслуживания и ремонта КИПиА;

Интерфейс (RS-485, RS-232) – «общая граница» между отдельными системами, через которую они взаимодействуют; совокупность средств и правил, обеспечивающих взаимодействие отдельных систем (например, человека, программного обеспечения, аппаратного обеспечения и т. п.);

Протокол (HART) – это правила передачи данных между узлами компьютерной сети;

Мнемосхема – совокупность сигнальных устройств и сигнальных изображений оборудования и внутренних связей контролируемого объекта, размещаемых на диспетчерских пультах, операторских панелях или выполненных на персональном компьютере.

Обозначения и сокращения

В представленной работе используются следующие сокращения:

АСИ – автоматизированная система измерения;

ГТЭС – газотурбинная электростанция;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

ТП – технологический процесс;

ПП – переходный процесс;

РО – регулирующий орган;

ОУ (ОР) – объект управления (объект регулирования);

ИМ – исполнительный механизм;

САР – система автоматического регулирования;

АРМ – автоматизированное рабочее место;

КАТС – комплекс аппаратно-технических средств;

АСУ – автоматизированная система управления;

СИ – средство измерения;

ИС – информационная сеть.

Введение

Автоматизация является важнейшим направлением для увеличения производительности практически любого производства. Сейчас невозможно представить, чтобы на каком-то крупном объекте не было элементов автоматизации. Абсолютно каждое предприятие пытается автоматизировать свое производство – собственными силами или прибегая к помощи сторонних организаций. Так или иначе, можно с уверенностью сказать, что сейчас автоматизация является важнейшим процессом для оптимизации работы. Для того, чтобы составить корректную автоматизированную систему управления технологическими процессами, очень важно знать не только принцип работы, но и разбираться в деталях. Поэтому необходимо иметь критическое мышление, чтобы реализовывать такие системы.

Исследуемая газотурбинная электростанция работает на попутном газе с месторождения и отвечает высоким требованиям, техническим и экологическим стандартам, она вырабатывает электрическую и тепловую энергию. Параллельно с выработкой идет утилизация отработанного тепла, для обеспечения объектов добычи нефти и газа теплом.

1 Применение и цели создания АСУ ТП ГТЭС

Основной целью разработки АСУ газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой является увеличение производительности, экономичности и безопасности системы.

Автоматизированная система управления предназначена для автоматизированного (в необходимых объёмах автоматического) контроля состояния и управления объектами и оборудованием ГТЭС.

Данная система предусматривает:

- безаварийную работу производства на протяжении всего времени и обеспечение надежности системы;
- стабилизацию режимных параметров технологического процесса, а также эксплуатационных показателей технологического оборудования;
- снижение энергетических затрат и материальных;
- уменьшение непроизводительных потерь, человеческих, материально-технических и топливно-энергетических ресурсов, снижение эксплуатационных расходов;
- заблаговременное устранение возможности возникновения аварийных ситуаций;
- автоматизированную и в некоторых случаях автоматическую диагностику оборудования АСУ ТП.

1.1 Требования к АСУ ТП ГТЭС

1.1.1 Требования к структуре

АСУ должна быть построена по иерархическому принципу и содержать три уровня:

- нижний уровень для размещения КИП и исполнительных устройств;

- средний уровень для сбора информации с нулевого уровня, выдачи управляющих воздействий на исполнительные устройства и передачи/приема данных на верхний уровень;
- верхний уровень, служащий для серверов, АРМ операторов, устройств передачи информации.

АСУ ТП должна состоять из следующих систем:

- РСУ – распределенная система управления;
- ПАЗ – система противоаварийной защиты;
- СМС – система мониторинга состояния, технического обслуживания и ремонта КИПиА;

Подсистема РСУ предназначена для управления нормальным (регламентированным) ходом технологического процесса и осуществляет регулирование, неаварийные блокировки, переключения и информационные функции.

Подсистема ПАЗ предназначена для выявления, прогнозирования и предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Система мониторинга состояния КИПиА предназначена для автоматизации работ по техническому обслуживанию и ремонту полевого КИП и ЗРА. А также является полнофункциональным инструментом для удаленного конфигурирования, калибровки и диагностики устройств и обеспечивает сокращение затрат на техническое обслуживание.

Передача диагностической информации на сервер должна осуществляться с использованием коммуникационных модулей ввода/вывода по стандартной сети Ethernet.

Режим функционирования АСУ – круглосуточный, непрерывный. Выход из строя отдельных функциональных модулей не должен приводить к потере функций системы управления, к выдаче ложной команды управления.

1.1.2 Режимы функционирования АСУ ГТЭС

Нужно создать следующие режимы функционирования АСУ ГТЭС:

- автоматический: сбор и обработка данных об объектах ГТЭС, выдача отчётных документов с заданной периодичностью;
- автоматизированный: оперативно-диспетчерское управление, изменение уставок регулирования и защит.

Основной режим функционирования АСУ – автоматизированный.

АСУ должна создаваться на современной микропроцессорной технике с модульной архитектурой, возможностью развития функций и расширения списка подключаемых сигналов, а также с самодиагностикой.

1.2 Требования к видам обеспечения АСУ ГТЭС

1.2.1 Требования к техническому обеспечению

Система должна быть разделена на подсистемы РСУ, ПАЗ.

РСУ выполняет следующие функции:

- сбор и обработку технологических данных;
- контроль технологических параметров, режимов работы оборудования;
- контроль и автоматическое управления агрегатами на основе измеренных параметров процесса, регулирование;
- организация человеко-машинного интерфейса взаимодействия с системой;
- проверка и ограничение прав доступа к функциям системы;
- обеспечение просмотра архивных данных системы;
- обеспечение просмотра отчетной документации, генерируемой системой;
- просмотр оперативного состояния всех частей системы и хода технологического процесса;
- подача управляющих директив, задающих ход технологического процесса;

- изменение уставок, границ и прочих аналогичных параметров
- дистанционное управление исполнительными механизмами.

С помощью ПАЗ реализуются следующие функции:

- запись, хранение и показание информации об аварийных параметрах на объекте;
- контроль состояния системы и технологического оборудования;
- обеспечение противоаварийной защиты технологических объектов и персонала при возникновении аварийных или предаварийных ситуаций путем корректной блокировки оборудования в соответствии с установленным регламентом;
- контроль загазованности среды и оповещение персонала;
- контроль состояния системы и оборудования;
- обеспечение противопожарной (совместно с автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения и управления эвакуацией) и газовой защиты технологических объектов и персонала при возникновении аварийных или предаварийных ситуаций путем корректной блокировки оборудования в соответствии с установленным регламентом.

1.2.2 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение АСУ должно представлять собой инструктивно-методические материалы и совокупность программ, способных обеспечивать работу автоматизированной системы при заданном режиме совместимости и взаимодействия её компонентов.

Программное обеспечение должно состоять из:

- операционных систем, сервисов, драйверов устройств;
- инструментального программного обеспечения – среды разработки специального ПО;

- прикладного ПО – СУБД, SCADA, текстовых редакторов, текстовых процессоров, табличных процессоров, клиентов для доступа к сервисам, систем проектирования и производства.

Операционная система, находясь в составе системного ПО должна быть реализована в виде системы с возможностью использования открытых спецификаций для обслуживания, интерфейсов и поддержки форматов, обеспечивающих решение задач на рабочих местах АСУ.

Операционная система обязана выполнять все главные функции, с помощью которых осуществляется работы систем «клиент-сервер» и обслуживания файловых запросов, так же реализовать новые, актуальные методы управления памятью, в том числе многопроцессорный, многозадачный и многопоточный режимы.

Операционная система помимо совместного использования файлов должна реализовывать передачу прикладных программ в коллективное использование.

Операционная система должна быть защищена с помощью паролей и средств обнаружения незаконного проникновения в систему.

Основные критерии выбора прикладных программ:

- функционирование в выбранной операционной системе;
- наличие интуитивно понятного интерфейса;
- наличие интерфейса, содержащего информацию об управлении базами данных в системе;
- соблюдение установленных стандартов содержания информации;
- наличие технической поддержки продукта;
- совместимость – возможность продукта взаимодействия с другими программными продуктами, без особого труда.

Прикладное программное обеспечение должно быть открытым, т.е. обслуживающий персонал, имеющий соответствующий уровень доступа, должен иметь возможность вносить необходимые изменения в конфигурацию ПО и в исходные тексты алгоритмов (должны быть предоставлены

лицензионные ПС разработки и конфигурирования, база данных проекта с исходными текстами проектов алгоритмов).

1.2.3 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение измерительных систем должно соответствовать ГОСТ Р 8.596-2002 «Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения».

Метрологическое обслуживание РСУ и ПАЗ должно обеспечивать возможность поэлементной проверки или калибровки измерительных каналов.

2 Аналитика и разработка АСУ ТП ГТЭС

2.1 Описание технологического процесса

Газотурбинная электростанция предназначена для производства и обеспечения электрической и тепловой энергии промышленных и бытовых потребителей.

Процесс запуска, технологические процессы и параметры работы контролируется оператором с автоматизированного рабочего места. Остановка выполняется по команде оператора, как в автоматическом, так и в ручном режиме.

Технология работы ГТЭС заключается в следующем: газотурбинный компрессор агрегата силового выдает воздух. Воздух, находясь под большим давлением, идет в камеру сгорания. В то же время, приходит газ, который направляется в камеру сгорания. После чего смесь начинает воспламеняться.

На выходе мы имеем энергию, которая образовалась вследствие сгорания, в виде потока раскаленных газов. Именно это создает вращение колеса турбины. Вследствие чего этот вал турбины запускает компрессор, а также электрический генератор. Далее с клемм электрогенератора электричество, которое было образовано, проходит через трансформатор и приходит к его потребителям.

АСУ ГТЭС – многоуровневая распределенная система управляющего типа. Базовым элементом АСУ ГТЭС, осуществляющим сбор и обработку информации, являются контроллеры.

Модули ввода-вывода, расположенные в ЩУ УСО РСУ и ЩУ УСО ПАЗ, обеспечивают сбор информации с оборудования. Для передачи телеметрии с КТП, сбора данных с микропроцессорных устройств, размещенных в КТП, предназначен щит УВВиСД.

Для того, чтобы была связь между датчиком нижнего уровня (поля) и средним уровнем (плк), который представлен модулями УВВИСД, использовано подключение «точка-точка» с реализацией аналоговых и дискретных унифицированных сигналов. Помимо этого, есть наличие резервирования, чтобы обеспечить беспереывную работу в случае аварии.

2.2 Разработка структурной схемы

Структура ПТК АСУ позволяет исключить избыточность технических средств, снизить затраты кабельной продукции и трудоемкость технического обслуживания и ремонта.

АСУ построена по иерархическому принципу и содержит три уровня:

- нижний уровень – уровень размещения КИП и исполнительных устройств
- средний уровень – уровень сбора информации с нулевого уровня, выдача управляющих воздействий на исполнительные устройства и передачи/приема данных на верхний уровень;
- верхний уровень – уровень серверов, АРМ операторов, устройств передачи информации.

АСУ ТП должна состоять из следующих систем:

- РСУ – распределенная система управления;
- ПАЗ – система противоаварийной защиты;
- СМС – система мониторинга состояния, технического обслуживания и ремонта КИПиА.

Подсистема РСУ предназначена для управления нормальным (регламентированным) ходом технологического процесса и осуществляет регулирование, неаварийные блокировки, переключения и информационные функции.

Подсистема ПАЗ предназначена для выявления, прогнозирования и предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Система трансляции и вывода контента диспетчерского зала, далее СТБК ДЗ, служит для осуществления процесса информационной поддержки, мониторинга производственных процессов систем автоматизации.

СМС КИП самостоятельная и полностью интегрированная с РСУ и ПАЗ система диагностики полевого КИП.

Режим функционирования АСУ – круглосуточный, непрерывный. Выход из строя отдельных функциональных модулей не приводит к потере функций системы управления, к выдаче ложной команды управления.

Режимы функционирования АСУ:

- автоматический: сбор и обработка данных об объектах ГТЭС, выдача отчётных документов с заданной периодичностью;
- автоматизированный: оперативно-диспетчерское управление, изменение уставок регулирования и защит.

Основной режим функционирования АСУ – автоматизированный.

Сбор информации от датчиков, а также формирования управляющих воздействий на блоки управления исполнительными механизмами осуществляется ПЛК с применением системы резервированного удаленного ввода/вывода, так называемых шасси расширения.

Взаимодействие первого и второго уровня системы выполняется по медным каналам связи Ethernet с использованием протокола Modbus TCP.

Для связи с локальными системами применяется канал RS-485 (протокол Modbus RTU).

Для резервирования каналов связи до локальных систем применяется оптическая кольцо с передачей данных по Modbus TCP.

Оборудование второго уровня выполняет непосредственное управление технологическим процессом и осуществляет получение, архивирование и предоставление всех контролируемых параметров технологического процесса оператору АСУ ТП.

В состав системы второго уровня входят:

- сервер ввода-вывода (основной, резервный);
- сервер истории (основной, резервный);
- Web-сервер (основной, резервный);
- АРМ оператора АСУ ТП – 4 шт.;
- АРМ инженера АСУ ТП;
- АРМ СМС КИП;

- видеостена.

АРМ оператора представляет собой системный блок стоечного исполнения, распложенный в серверном шкафу и консоль оператора с двумя мониторами, соединенных с системным блоком посредством KVM-удлинителя. Структурная схема показана в прикрепленном приложении А.

2.3 Разработка функциональной схемы автоматизации

Функциональная схема – это главный технический документ, который закладывает структуру и направление, для автоматизации разрабатываемого проекта, используемые приборы и соответственно выбранные средства автоматизации.

При разработки функциональной схемы, ее нужно сделать так, чтобы можно было увидеть связи между используемыми приборами, технологическим оборудованием, органами управления, коммуникации.

Во время разработки функциональной схемы автоматизации получилось реализовать поставленные цели, а именно:

- передача исходных данных о состоянии технологического процесса и приборов;
- регистрация и контроль состояния технологического оборудования и их технологических параметров.

При разработки функциональной схемы были использованы требования ГОСТ 21.208-2013 «Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» и ГОСТ 21.408-2013 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» Функциональная схема автоматизации представлена в приложении Б.

2.4 Подбор комплекса аппаратно-технических средств

АСУ обеспечена встроенными средствами полной самодиагностики программного и аппаратного обеспечения.

Самодиагностика аппаратуры, кроме проверки состояния технических средств, включает контроль неисправности каналов и аппаратуры связи. Самодиагностика системы включает проверку программного обеспечения, сохранности резидентных программ, блокировку запуска искаженных программ с отображением допущенных ошибок и принятых решений на экранах.

Для измеряемых аналоговых параметров предусмотрена сигнализация обрыва, короткого замыкания линии. Для дискретных сигналов обеспечивается фильтрация дребезга контактов. Минимальная задержка длительности входного сигнала (отстройка от дребезга контактов или наведенных помех) от 10 мс., при меньшей длительности сигнал не воспринимается.

Система обеспечивает возможность перепрограммирования длительности задержки выходного сигнала. Для исполнительных механизмов определяются состояние ошибки при получении противоречивой информации о состоянии или по истечению максимально допустимого времени на срабатывание.

Алгоритмы управления РСУ исключают влияние неисправностей КТС на ход контролируемых процессов. Решения по аварийным остановам реализуются в функциях системы ПАЗ. Самодиагностика на втором уровне обеспечивается диагностическим программным обеспечением и диагностическими средствами сетевого программного обеспечения.

2.4.1 Выбор устройств измерения

Данная система подразумевает связи с КИПиА с использованием гибридных аналоговых-цифровых протоколов (4-20) мА + HART.

Передача диагностической информации на сервер осуществляется с использованием коммуникационных модулей ввода/вывода, поддерживающих HART-протокол по стандартной сети Ethernet. Все применяемые в АСУ модули

аналогового ввода-вывода должны быть с поддержкой HART-протокола. СМС полевого КИП должна содержать набор универсальных инструментальных средств диагностики и обслуживания интеллектуальных приборов полевого уровня (датчиков и исполнительных устройств).

2.4.1.1 Датчики давления

Были проанализированы параметры таких датчиков:

- Сапфир-22 М;
- Rosemount 3051С;
- Метран 75;
- Метран 150;

Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение параметров датчиков давления

Название датчика	Сапфир-22М	Rosemount 3051С	Метран-75	Метран-150
Критерии				
Измеряемая среда	Пар, жидкость, газ	Пар, жидкость, газ	Пар, жидкость, газ	Пар, жидкость, газ
Диапазон пределов измерений, МПа	-	от 0 до 13,8	от 0 до 25	от 0 до 6
Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	100:1	25:1

Продолжение таблицы 1 – Сравнение параметров датчиков давления

Название датчика	Сапфир-22М	Rosemount 3051C	Метран-75	Метран-150
Критерии				
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,075%	0,075%	0,25%
Выходной сигнал	(4–20) мА	(4–20) мА	(4–20) мА	(4–20) мА
Поддержка HART-протокола		+	+	+
Взрывозащищенность	Ex	ExiaIICT5	ExdIICT5	ExibIICT5X
Температура окружающей среды	(минус 50 - 80) °С	(минус 40 - 85) °С	(минус 40 - 5) °С	(минус 40 - 70) °С
Наличие ЖКИ	-	+	+	+

Продолжение таблицы 1 – Сравнение параметров датчиков давления

Название датчика	Сапфир-22М	Rosemount 3051C	Метран-75	Метран-150
Критерии				
Срок службы, лет	12	12	12	12
Степень защиты от пыли и воды	-	IP65	IP66	IP66

Датчики давления должны иметь малую относительную погрешность, поддержку HART-протокола, возможность настраивать диапазон. И чрезвычайно важным, в соответствии с ТЗ о диагностике электроавтоматики, в том числе и после сейсмоздействия, является наличие функции самодиагностики. Такими характеристиками обладают интеллектуальные датчики Метран-75 и Метран-150.

Датчиками Метран-75(рисунок 1). будем измерять абсолютное давление в трубопроводах.



Рисунок 1 – Метран-75

Эти интеллектуальные датчики принимают на вход такие величины:

- Метран-75А – абсолютное давление;
- Метран-75G – избыточное давление и давление-разрежение.

Полученные величины непрерывно преобразуются датчиком в выходной унифицированный токовый сигнал и(или) цифровой сигнал по протоколу HART.

Таблица 2 – Характеристики датчика давления Метран-75

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Пар, газ, газовые смеси, жидкости
Диапазон пределов измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	±0,5%; ±0,2%; ±0,1%
Выходной сигнал	(4-20) мА/HART
Взрывозащищенные исполнения	1ExdПСТ6Х
Диапазон температур окружающей среды	(минус 40 - 85) °С; (минус 51 - 85) °С (опция)
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP66

Датчики устанавливаются с помощью специальных монтажных деталей – переходников следующих типов: 1/4NPT наружная (1/2NPT наружная) или 1/4NPT внутренняя (1/2NPT внутренняя) (рисунок 2).

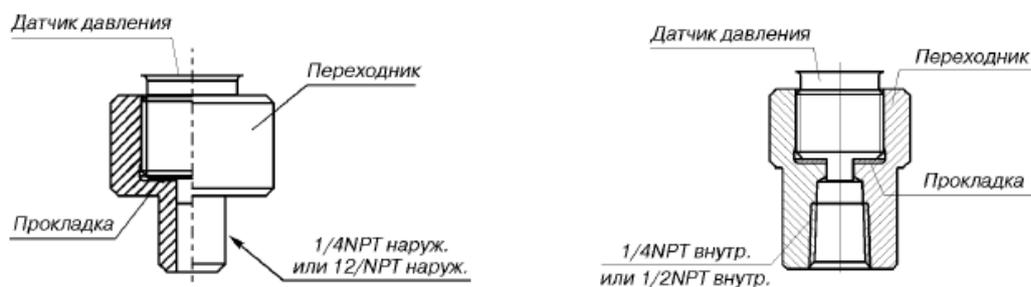


Рисунок 2 – Переходники для датчика давления модели Метран-75

Для измерения дифференциального давления подходит датчик Метран-150 АС (рисунок 3).



Рисунок 3 – Датчик давления Метран-150 АС

Эти интеллектуальные датчики принимают на вход следующие измеряемые величины:

- абсолютное давление;
- избыточное давление;
- гидростатическое давление (уровень);
- давление-разрежение;
- разность давлений.

Данные величины постоянно преобразуются датчиком в унифицированный токовый выходной сигнал и(или) цифровой сигнал по протоколу HART.

Управление датчиком можно осуществлять удаленно и локально:

- Удаленно, с помощью:
 - AMS;
 - программы HART-Master;
 - HART-модема и компьютера;
 - программных средств АСУТП.
- С помощью локального интерфейса оператора.

Основные характеристики датчика давления Метран-150 АС рассматриваются в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики датчика давления Метран-150 АС

Техническая характеристика	Значение
Измеряемые среды	Жидкости, пар, газ, газовые смеси
Пределы измерений	От 10,5 кПа до 25МПа
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,5\%$; $\pm 0,2\%$; $\pm 0,1\%$
Выходной сигнал	(4-20) мА/HART
Диапазон температур окружающей среды	(минус 40 - 85) °С; (минус 51 - 85) °С (опционально)
Взрывозащищенные исполнения	1ExdIICT6X
Интервал между поверками	до 5 лет
Степень защиты датчиков от воздействия пыли и воды	IP66

2.4.1.2 Сигнализатор уровня

В процессе работы необходимо контролировать предельный уровень заполнения в дренажной емкости.

В качестве сигнализаторов уровня были рассмотрены следующие приборы:

- РИЗУР-900;
- Rosemount 2120;
- СУР-10;
- М20 датчик-реле уровня;

Рассмотрев варианты, приходим к выводу, что и М20 датчик-реле уровня (Kobold), и сигнализаторы уровня РИЗУР-900 не проходят по степени защиты, отсутствия возможности самодиагностики и отсутствию HART-протокола. Сигнализатор уровня СУР-10 не подходит, т.к. данный ультразвуковой датчик по принципу действия неустойчив при колебаниях, а в ТЗ рассматриваются сейсмические воздействия.

Rosemount 2120 (рисунок 4) наилучшим образом подходит для использования в качестве сигнализатора уровня.



Рисунок 4 – Сигнализатор уровня Rosemount 2120

Прибор отличается следующими параметрами:

- нет необходимости в калибровке, объем работ при монтаже снижен до минимума;
- отсутствие щелевых отверстий и подвижных деталей, благодаря чему необходимость технического обслуживания прибора практически отсутствует;
- точность измерения практически независима от влияния вибрации, течения, твердых частиц, пузырьков, пены, турбулентности, свойств жидкости, покрытия, колебания характеристик среды;
- удобный доступ к устройствам электрозащиты и клеммам;
- магнитная контрольная точка для быстрого тестирования работы;
- уменьшенное время отклика благодаря конструкции вилки, которое обеспечивает быстрым стеканием с нее измеряемой среды;
- программирование регулируемой задержки переключения для работы в условиях разбрызгивания и турбулентности;
- световой индикатор для отображения режима работы и состояния сигнализатора;

В таблице 4 приводятся технические характеристики рассматриваемого сигнализатора уровня Rosemount серии 2120.

Таблица 4 – Технические характеристики Rosemount 2120

Техническая характеристика	Значение
Температура окружающей среды	(минус 40 - 80) °С
Температура процесса	(минус 40 - 150) °С
Выходные сигналы	дискретные
Режим работы	«сухой» или «мокрый» контакт
Гистерезис (вода)	±1мм (±0,039 дюйма)
Расстояние передачи данных	до 2,5 км
Степень защиты от пыли и воды	IP66, IP67 по ГОСТ 14254
Взрывозащищенное исполнение	есть

Сигнализатор Rosemount 2120 осуществляет измерения с использованием технологии вибрационной вилки. Эта технология разработана на основе принципа камертона. Вилка вибрирует с собственной частотой и на эту частоту влияет среда, в которую она погружена. Изменение данной частоты постоянно отслеживается.

2.4.1.3 Датчик температуры

Следующие виды датчиков были рассмотрены для измерения температуры на выходной линии:

- Метран-241;
- Метран ТСМУ-274;
- Метран ТСМУ-55;
- WIKAUT10.

С результатами сравнения можно ознакомиться в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнение характеристик датчиков температуры

Критерии	Метран-241	Метран ТСМУ-274	Метран ТСМУ-55	WIKA UT10
Измеряемые среды	Малогабаритные подшипники и поверхности твердых тел	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды
Измеряемая температура	(минус 40-200) °С	(минус 50 - 80) °С	(минус 50 - 150) °С	(минус 30 - 150) °С
Допускаемая погрешность	0,75%	0,25%	0,25%	0,1%
Мощность	-	<0,5Вт	0,5Вт	-
Выходной сигнал	(4–20) мА	(4-20) мА +HART	(4–20) мА	(4–20) мА +HART
Взрывозащищенность	ExdeIICT6	ExdIICT6	ExdIICT6	EEExiaIICT6
Температура среды	(минус 40 -60) °С	(минус 50 -85) °С		(минус 40 - 60) °С
Степень защиты от пыли и воды	IP5х	IP65	-	IP67
Срок службы, лет	5	5	5	5

Датчик Метран-274 (рисунок 5) был выбран для измерения температуры, т.к. этот прибор удовлетворяет степени защиты, необходимой по ТЗ. Также у датчика есть возможность самодиагностики, имеется протокол HART.



Рисунок 5 – Датчик температуры Метран-274

Коррозионно-стойкий датчик Метран-274 предназначается для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред.

Измеряемая температура преобразуется датчиком в унифицированный выходной сигнал, и это предоставляет возможность построения АСУТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей.

Технические характеристики Метран-274 приводятся в таблице 6

Таблица 6 – Технические характеристики датчика Метран-274

Техническая характеристика	Значение
Диапазон преобразуемых температур, °С	(минус 50 - 180) °С
Выходной сигнал, мА	(4-20) мА
Зависимость выходного сигнала от температуры	линейная
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, $\pm\gamma, \%$	0,25; 0,5
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP65
Виброустойчивость	V1
Межповерочный интервал	4 года
Температура окружающего воздуха, °С	(минус 50 - 85) °С

2.4.1.4 Выбор анализатора влажности газа

Необходимость отслеживать влажность газа обеспечивается анализатором влажности АМЕТЕК 5000 (рисунок 6).



Рисунок 6 – Анализатор влажности АМЕТЕК 5000

Предназначение прибора – определение влажности в водородосодержащих и углеводородных газах.

Исключительные характеристики поточного анализатора влажности АМЕТЕК модель 5000:

- Быстрый отклик;
- Высокая чувствительность и точность;
- Нечувствительность к помехам;
- Большой ресурс измерительной ячейки;

Влажность в потоке газа определяется с помощью измерений частоты колебаний кварцевого кристалла. На прибор последовательно, с определённым временным интервалом, подаются 2 потока газа. Один из них – анализируемый газ с неизвестной влажностью, а второй – специальным образом, осушенный анализируемый газ. Когда кристалл обдувается анализируемым влажным газом, вода адсорбируется специальным покрытием кристалла, вызывая уменьшение частоты его колебаний. Затем кристалл продувается сравнительным газом. При этом адсорбированная вода удаляется с кристалла, и его частота колебаний вновь восстанавливается. Из разности между этими двумя частотами – «сухой» и «влажной» – можно сделать вывод о содержании воды в анализируемом газе.

2.4.1.5 Выбор сейсмографа

Цифровая сейсмостанция Диоген-24/14 (рисунок 7) была рассмотрена в качестве сейсмографа.



Рисунок 7 – Сейсмостанция Диоген-24/14

Специализированная компьютеризированная цифровая инженерная 24-канальная сейсмостанция «Диоген-24/14» предназначена для проведения инженерно-геологических изысканий методом МОВ и МПВ всеми общепринятыми методиками. Частотный диапазон регистрируемых сигналов – от 5 до 8000 Гц. Такая широта диапазона позволяет проводить измерения как на обычных грунтах, так и на скальных основаниях, железобетонных сооружениях (плотинах, эстакадах и т.д.).

Для управления сейсмостанцией и немедленной обработки полученных данных можно использовать ноутбук, планшет или встроенный компьютер. Сейсмостанция поддерживает USB интерфейс.

2.4.2 Выбор оборудования среднего уровня

Автоматизированное управление на среднем уровне будем использовать с помощью 1756 ControlLogix.

Контроллер ControlLogix обеспечивает масштабируемую контроллера решение, которое способно адресации большое количество точек ввода / вывода. Контроллер может быть помещен в любой слот ввода / вывода ControlLogix шасси и определенное количество контроллеров можно поставить так же на этот шасси. Несколько контроллеров в этом шасси обмениваются данными с помощью общей платы (так же, как контроллеры могут обмениваться данными

по сети), но работают независимо. Контроллеры ControlLogix может контролировать и управлять I / O через ControlLogix задней панели, а также по каналам ввода / вывода. Контроллеры ControlLogix на внешнем уровне могут связываться с использованием Ethernet / IP, на внутреннем ControlNet. Для обеспечения связи для контроллера ControlLogix, установить соответствующий связи интерфейсный модуль в шасси.



Рисунок 8 – ПЛК Allen-Brandley

2.4.3 Выбор исполнительных механизмов

Исполнительное устройство – устройство, в системе управления, которое непосредственно реализует управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления посредством механического перемещения регулирующего органа.

Для достижения поставленной цели, то есть стабилизации регулируемого параметра, регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в необходимом направлении.

Выбран конструкционный тип клапана. Это клеточно-плунжерный регулирующее-отсечной типа КМР.

Для того, чтобы выбрать клапан, нужно рассчитать пропускную способность клапана K_v ($\text{м}^3/\text{час}$), при параметрах, на которых и будет работать клапан.

$$K_v = Q_{\max} \sqrt{\frac{\Delta p_0}{\Delta p}} \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}},$$

где Δp_0 – потеря давления на клапане (ее принимают равной $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$);

ρ – плотность среды ($\text{кг}/\text{м}^3$);

$\rho_0 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ – плотность

(в соответствии с определением значения K_v).

Δp – изменение давления в трубопроводе до и после клапана;

Исходными данными для расчета пропускной способности клапана являются следующие:

Δp_0 – потеря давления на клапане. Принята равной $1 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

Δp – изменение давления в трубопроводе – $0,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

Q_{\max} – максимальное значение расхода – $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Расчетная пропускная способность должна быть не менее $100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Руководствуясь таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получаем присоединительный размер задвижки к трубопроводу диаметром 250 мм . В настоящем проекте будем использовать задвижку 30с964нж (рисунок 9).



Рисунок 8 – Задвижка 30с964нж

Технические характеристики этой задвижки приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики задвижки 30с964нж

Характеристика	Значение
Условный проход Ду, мм	250
Пропускная способность Kv, м3/ч	100
Динамический диапазон регулирования	Более 100 : 1
Присоединение	Фланцевое
Температура регулируемой среды	(минус 40 - 450) °С
Уплотнение сальника	паронит ПОН-Б, ТРГ
Корпус клапана и крышка	Сталь 25Л, 35Л

Для управления задвижкой выбран интеллектуальный электропривод серии ЭП4 фирмы «Тулаэлектропривод» (рисунок 10).

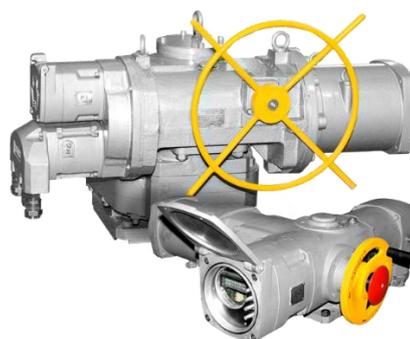


Рисунок 9 – Интеллектуальный электропривод ЭП4

Технические характеристики привода даны в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики ЭП4Н-Б-250-45-Э21

Характеристика	Значение
Тип сигнала управления	(4–20) мА
DN, мм	250
Крутящий момент, Нм	160
Число оборотов шпинделя	43
Класс защиты	IP67
Взрывозащищённое исполнение	1ExdПВТ4
Температурный диапазон, °С	(минус 40 - 60) °С

2.5 Разработка внешних подключений

Схемы, разработанные для соединений внешних проводок, была выполнена с учетом требований ГОСТ 21.408-2013 [14]. В схемах отображены полевые устройства, такие как:

- датчик измерения температуры;
- датчики показания давления;
- датчик учета влажности;
- сигнализатор показания уровня.

Для успешной передачи данных с нижнего уровня мы используем унифицированный токовый сигнал (4-20) мА. Соответственно, датчики показания давления и датчик измерения температуры в данной схеме имеют выходной сигнал (4-20) мА, далее он преобразовывается в сигнал, считываемый интерфейсом RS-485. Происходит это с помощью блока преобразования, который находится в клеммной коробке. Используемое напряжение для питания датчиков – 24 вольта. Каждое оборудование, отображенное на схемах внешних проводок, соединённое согласно со схемами. Сигнализатор показания уровня расключен, с использованием двух проводов.

Чтобы реализовать разработанные подключения, нужен кабель с медными токопроводящими жилами, он должен быть изолирован и неподвижно соединяться с используемыми приборами. Выдерживающий минимальную и максимальную температуру (минус 40 – 35) °С. Существующий кабель КВВГ подходит под эти требования. В качестве кабеля выбран КВВГ.

При разработке внешних подключений важно учесть:

- особенно важно, чтобы кабели с высоким напряжением 220В был проложен отдельно от кабелей 24В. В противном случае, у нас может произойти наводка;
- так же важно сделать прохождения аналоговых сигналов так, чтобы они передавались экранированными кабелями и не пересекались с кабелями цепей сигналов сигнализации и управления;

- сигналы, используемые для последовательной передачи сигналов так называемые интерфейсные соединения (RS-485);
- разделить сигналы управления, а также контроля для механизмов с предусмотренным взаимным резервированием, путем разделения кабелей.
- цепи на шлейфах, для обеспечения пожарной безопасности так же должны быть разграничены и кабеля проложены отдельно.

Схема внешних проводок показана в приложении Г.

2.6. Выбор алгоритмов управления

Автоматизированная система подразделяется на несколько уровней управления. Запуск и остановка, на релейных пусковых схемах, реализуются с использованием контроллера и SCADA. Релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами, технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование 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. С применением SCADA и контроллера реализуются алгоритмы централизованного управления АСУ Разработаны следующие алгоритмы АСУ:

- алгоритм пуска/останова технологического оборудования;
- алгоритм сбора данных измерений;
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.

Для представления алгоритма пуска/останова и сбора данных будем использовать правила ГОСТ 19.002. 2.9.1. В качестве каналов измерения выберем каналы измерения давления, температуры, уровня и расхода жидкости. Данная схема состоит из следующих основных элементов: задание, ПЛК с ПИД-регулятором, регулирующей орган, объект управления. Объектом управления

является сепаратор. С панели оператора задаются уставки уровня, которые необходимо поддерживать в сепараторе. Далее этот уровень приводится к унифицированному токовому сигналу (4-20) мА и подается на ПЛК. В ПЛК происходит обработка и формирование значений, и формируется выходной дискретный сигнал. Этот сигнал подается на реле, на выходе которого имеет напряжение питания электропривода задвижки. Задвижка с электроприводом преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение уровня в сепараторе. В качестве регулируемого параметра технологического процесса выступает уровень жидкости. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПИД регулирования. Пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор – устройство в цепи обратной связи, используемое в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала. ПИД-регулятор формирует управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально входному сигналу, второе – интеграл входного сигнала, третье – производная входного сигнала. В общем виде математическое описание процесса регулирования можно представить в виде следующей структурной схемы:

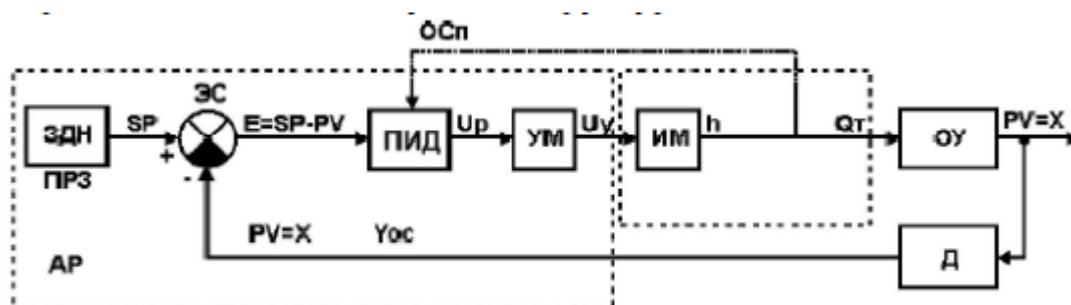


Рисунок 11 – Структурная схема одноконтурной САР промышленным объектом управления

В процессе управления объектом необходимо поддерживать заданный уровень в сепараторе, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие.

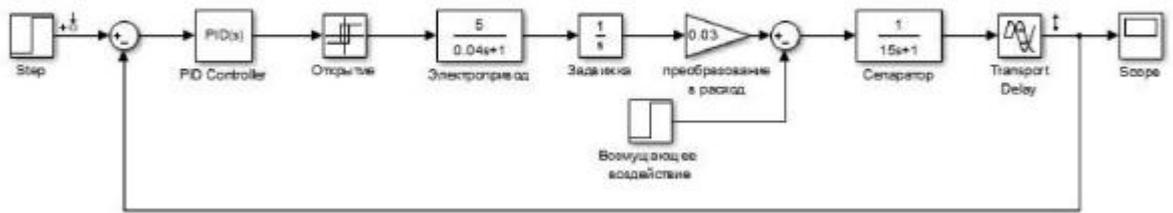


Рисунок 12 – Передаточная функция

ПИД-регулятор возьмем готовый из библиотеки компонентов MATLAB: Simulink. Блок Step1 имитирует возмущающее воздействие. Использование ПЛК позволяет на месте вводить поправочные коэффициенты, поэтому оставим единичную обратную связь. Воспользуемся функцией авто настройки ПИД регулятора. Перейдем в окно подстройки ПИД регулятора. Передвигая ползунок, задающий время ПП (переходный процесс), добиваемся требуемого результата.

Параметры переходного процесса представлены на следующем рисунке:

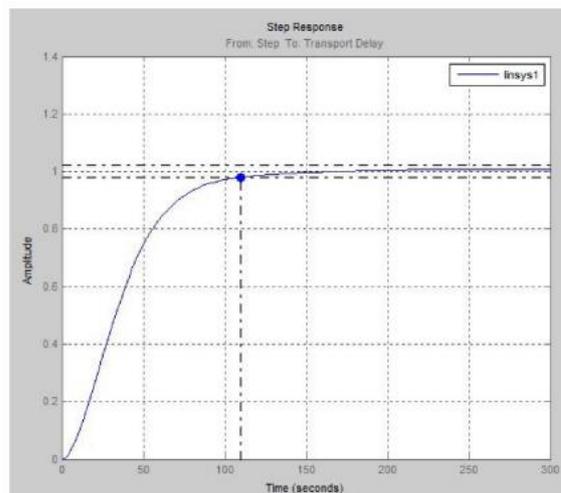


Рисунок 13 – Параметры переходного процесса в Simulink

2.7 Разработка алгоритма управления задвижками

Нужно разработать и описать алгоритм для управления электроприводами задвижек.

Алгоритмы применяются для используемой системы регулирования задвижек электроприводных, реализованных с помощью ПЛК 1756 Controllogix

В ходе реализации алгоритмов управления электроприводами задвижек необходимо добиться:

- улучшения осведомленности персонала о состоянии оборудования, за счет получения работниками корректных данных;
- повышения безопасности системы, за счет более удобного и качественного технологического режима;
- увеличение быстродействия персонала;
- увеличение надежности.

Для того, чтобы получать и корректно обрабатывать входные сигналы и команды оператора с рабочего АРМа, используется функционирование алгоритмов, кроме того, это позволяет выдавать управляющие воздействия на исполнительные механизмы и сообщения оператору.

Обрабатываемые входные данные для алгоритмов – это:

- данные конфигурации ПЛК;
- данные дискретных и аналоговых значений, приходящих на модули ввода контролера с датчиков поля и преобразователей;
- данные, приходящие на интерфейс;
- данные, которые формируются во время управления технологическим процессом с АРМа оператора.

Также стоит отметить, что некоторые алгоритмы могут применять данные, полученные вследствие функционирования других алгоритмов.

Во время составления алгоритмов работы электрозадвижек было допущено, что:

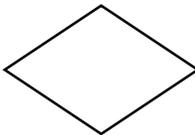
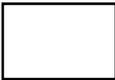
- присутствуют локальные автоматические системы управления и контроля;
- система управления представляет собой трехуровневую систему и представляет собой многоуровневую человеко-машинную систему управления;
- информационная сеть является распределенной;

- функционирование одних технологических объектов зависит от работы других технологических объектов и от управляющих воздействий, выдаваемых на эти объекты;
- система будет сделана с помощью SCADA-системы Wonderware;
- данная модель системы построена последовательно, она отображает, как протекает реальный процесс и может работать в режимах;
- присутствует возможность включения автономно, настройка и диагностика наличия сети программируемых логических контроллеров и модулей;
- запуск, настройка, диагностика и включение системы проверки и управления;

Работа системы предусматривает следующие режимы управления:

- дистанционное управление;
- местное (ручное управление);
- автоматическое управление;

В ходе реализации блок-схем алгоритмов элементы использовались по согласно ГОСТ 19.701-90 [17]:

	Начало	– начальная точка входа
	Конец	– конечная точка выхода
		– ветвление исходя из условий: – условие выполнено - Да – условие не выполняется - Нет
		– осуществляющиеся операции;
		– алгоритм имеет продолжение на следующей странице, либо перекрестная ссылка.



– вызов подпрограммы;



– отправка сформированных сообщения оператору.

2.7.1 Алгоритм управления электроприводной задвижкой

Алгоритм разработан для управления и воздействия на электродвижку.

Используемые сигналы на входе состояния: «Открыта», «Отказ», «Закрыта».

Выходными же сигналами сделаны состояния: «Открыть», «Стоп», «Закрыть». И режимы управления: «Местное», «Дистанционное».

В случае если сигналы: «Открыта» и «Закрыта» вместе будут находиться в активном состоянии, оператор получит сообщение «Ошибка состояния электродвижки».

В случае если сигнал «Отказ», оператор получит сообщение «Отказ привода электродвижки».

В случае если сигналы: «Открыта» и «Закрыта» вместе будут находиться в неактивном состоянии, это означает, что задвижка на данный момент в положении «Промежуточное».

Если подана команда «Открыть», выходной сигнал «Открыть» становится активным на определенное время. Задвижка же начинает движение в сторону открытия. В момент, когда сигнал «Открыта» будет активным, команду можно считать выполненной. В случае, когда за определенное время сигнал «Открыта» не становится активным, оператор получает сообщение «Отказ открытия электродвижки». Пользоваться командой «Открыть» возможно, если выбран режим управления дистанционный, если команда «Закрыть», не выполняется и на этот момент отсутствуют активные сигнализации «Отказ привода электродвижки», «Ошибка состояния электродвижки».

Если подана команда «Закрыть», выходной сигнал «Закрыть» становится активным на определенное время. Задвижка же начинает движение в сторону

закрытия. В момент, когда сигнал «Закрыта» будет активным, команду можно считать выполненной. В случае, когда за определенное время сигнал «Закрыта» не становится активным, оператор получает сообщение «Отказ открытия электродвижки». Пользоваться командой «Закрыть» возможно, если выбран режим управления дистанционный, если команда «Открыть», не выполняется и на этот момент отсутствуют активные сигнализации «Отказ привода электродвижки», «Ошибка состояния электродвижки».

При вызове команды «Стоп» изменяется значение выходного сигнала «Стоп». Он переходит в активное состояние на время, за которое совершается разрыв цепи пускателя и снятия самоподхвата. Применить команду «Стоп» возможно, если выбран дистанционный режим управления.

Используя местный или дистанционный режим управления, можно осуществлять управление задвижкой. В случае использования дистанционного режима оператор задает команды с панели управления задвижкой, если задвижки с автоматическим управлением, соответственно происходит автоматическое управление задвижкой. Данные команды могут быть на открытие, закрытие и остановку открытия или закрытия.

При выборе режима местное управление, дистанционное управление задвижкой становится недоступным, и управление происходит вручную.

Если нужно выбрать дистанционный режим, то это можно сделать с помощью команды «Дистанционный». В случае успешной команды сигнал «Дистанционное управление» становится активным, а сигнал «Местное управление» принимает неактивное состояние.

Если нужно выбрать местный режим, то это можно сделать с помощью команды «Местный». В случае успешной команды сигнал «Местное управление» становится активным, а сигнал «Дистанционное управление» принимает неактивное состояние. В местном режиме невозможно осуществлять дистанционное управление задвижкой.

Входами алгоритма являются сигналы, приведенные в таблице 9.

Таблица 9 – Входные значения алгоритма

Наименование	Тип используемых данных	Назначение
vlv_on	boolean	Состояние электрозадвижки «Открыта»
vlv_off	boolean	Состояние электрозадвижки «Закрыта»
vlv_fail	boolean	Состояние электрозадвижки «Отказ»
vlv_rem_cmd	boolean	Нажата кнопка «Дистанционный» с АРМ оператора
vlv_loc_cmd	boolean	Нажата кнопка «Местный» с АРМ оператора
vlv_open_cmd	boolean	Нажата кнопка «ОТКРЫТЬ» с АРМ оператора
vlv_close_cmd	boolean	Нажата кнопка «ЗАКРЫТЬ» с АРМ оператора
vlv_stop_cmd	boolean	Нажата кнопка «СТОП» с АРМ оператора
vlv_mask	boolean	Режим электрозадвижки «Маскирование» включен
t_o_pusk	boolean	Пуск сторожевого таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reach	boolean	Срабатывание таймера на открытие электрозадвижки
t_o_reset	boolean	Сброс сторожевого таймера на открытие электрозадвижки

Продолжение таблицы 9 – Входные значения алгоритма

Наименование	Тип используемых данных	Назначение
t_c_pusk	boolean	Пуск сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reach	boolean	Срабатывание таймера на закрытие электрозадвижки
t_c_reset	boolean	Сброс сторожевого таймера на закрытие электрозадвижки

Выходные значения алгоритма представлены в таблице 10, а также сообщения оператору и сигнализации

Таблица 10 – Выходные значения алгоритма

Обозначение	Тип используемых данных	Описание
vlv_open	boolean	Управляющий сигнал задвижки «Открыть»
vlv_close	boolean	Управляющий сигнал задвижки «Закрыть»
vlv_stop	boolean	Управляющий сигнал задвижки «Стоп»
vlv_loc	boolean	Управляющий сигнал задвижки «Местное управление»
vlv_rem	boolean	Управляющий сигнал задвижки «Дистанционное управление»

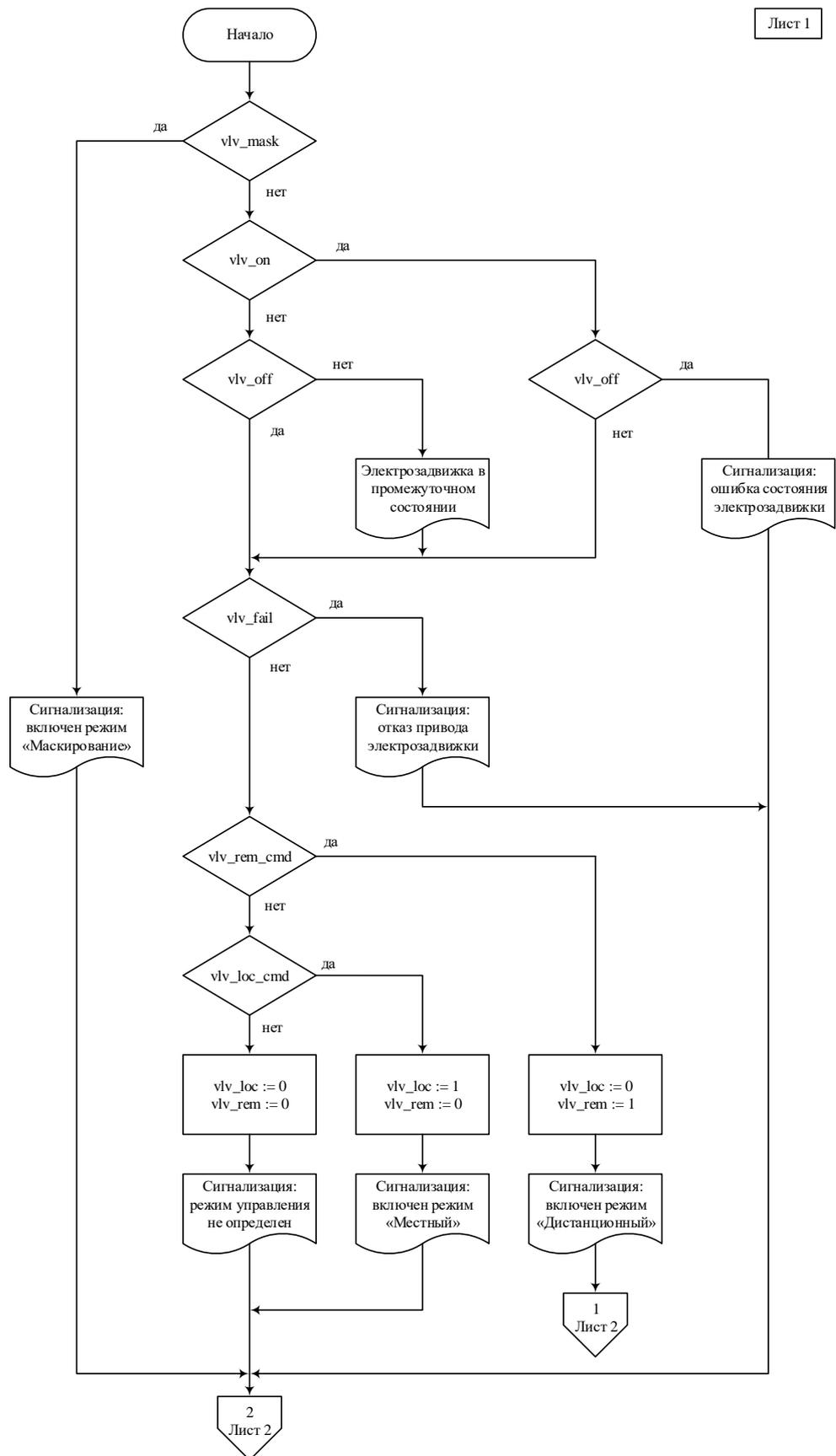


Рисунок 13 – Блок-схема алгоритма
обработки состояния электродвигателя (лист 1 из 2)

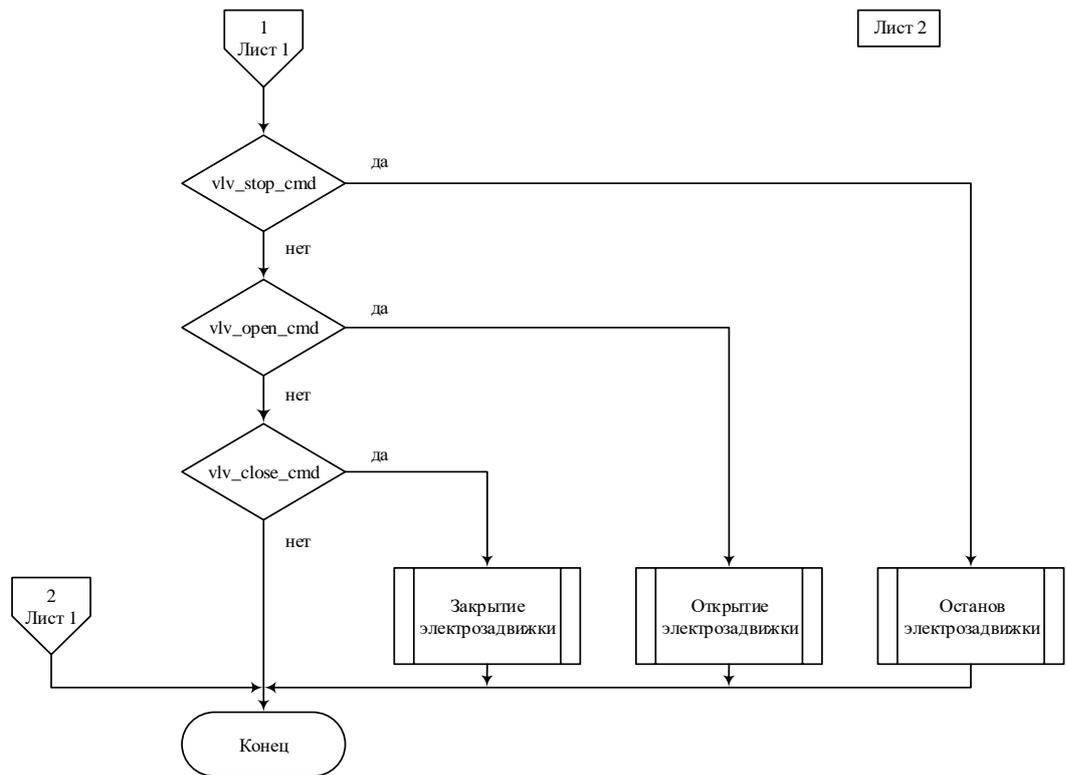


Рисунок 14 – Блок-схема обработки состояния электрозадвижки (лист 2 из 2)

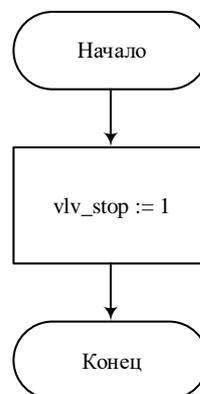


Рисунок 15 – Блок-схема алгоритма останова электрозадвижки (подпрограмма «Останов электрозадвижки»)

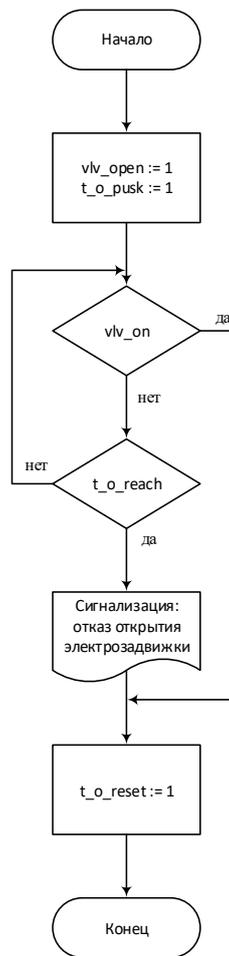


Рисунок 16 – Блок-схема алгоритма открытия электрозадвижки (подпрограмма «Открытие электрозадвижки»)

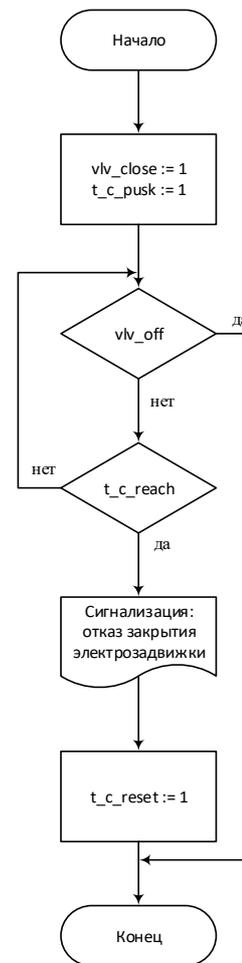


Рисунок 17 – Блок-схема алгоритма закрытия электрозадвижки (подпрограмма «Закрытие электрозадвижки»)

2.7.2 Алгоритм диагностики электроавтоматики после сейсмоздействия

Для работы АСУ был разработан алгоритм диагностики в соответствии с техническим заданием.

В начале работы, поиск и инициализация устройства (сейсмограф), далее происходит проверка сейсмоуровня. В случае, если сейсмоздействие меньше 2 баллов, программа завершается, в противном случае, при превышении магнитуды более, чем на 2 балла, через минуту образовывается пакет данных для запуска подпрограмм инициализации всех датчиков. Каждый датчик проверяется на обрыв линии, если ток меньше 4 мА, то оператору АСУ выдается

предупреждение об обрыве линии, если ток больше 4 мА, то идет проверка на КЗ. При условии, что ток будет более 20 мА, выдается предупреждение о КЗ. Если все датчики в норме, формируется пакет данных и передаётся в операторскую, тем самым уведомляя оператора о положительных результатах диагностики. Это показано в приложении В.

2.8 Экранные формы АСУ

Программно-аппаратный комплекс АСУ разработан на базе контроллера ControlLogix и ПО Wonderware. SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Wonderware. Wonderware – мировой лидер рынка программных решений для управления операциями в режиме реального времени. Wonderware является брендом программного обеспечения компании AVEVA – ведущего глобального поставщика инженерного и промышленного программного обеспечения для цифровизации предприятий. Обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

2.8.1 Разработка дерева экранных форм

Запуск системы отображения АСУ на АРМ оператора выполняется в следующем порядке:

1. включить компьютер АРМ оператора АСУ в сеть;

2. нажать кнопки питания монитора и системного блока (должны включиться индикаторы (работы на каждом устройстве));
3. проконтролировать отображение основной технологической схемы на экране.

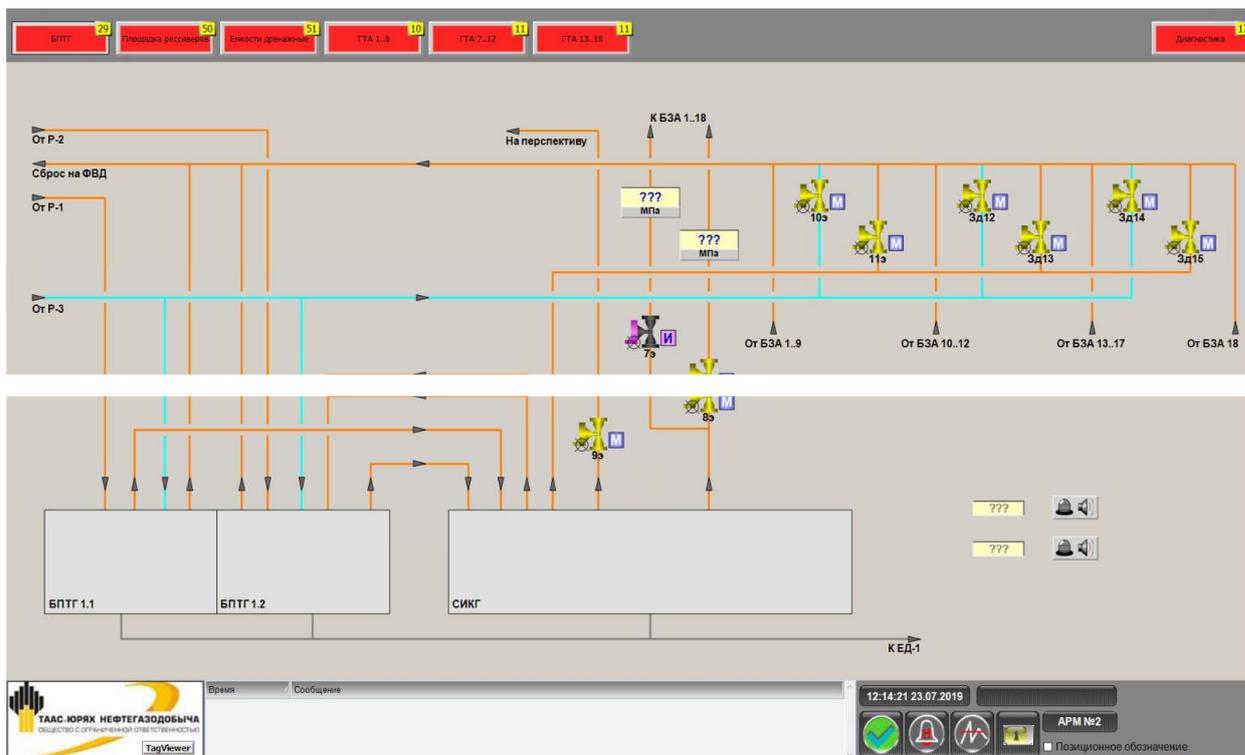


Рисунок 18 – Вид экрана после загрузки системы отображения АСУ

Зарегистрироваться в системе безопасности с именем и паролем, выданными пользователю системным администратором.

Нажать кнопку , расположенную на панели общих параметров.

В появившемся окне доступа (рисунок 19):

- в поле Логин: выбрать необходимое имя из выпадающего списка;
- в поле Пароль: ввести присвоенный оператору пароль;
- нажать клавишу [Enter].

Рисунок 19 – Окно доступа

После запуска АСУ и регистрации оператор может осуществлять контроль за технологическими процессами и управление оборудованием в рамках полученного доступа.

Интерфейс системы отображения содержит следующие элементы:

- навигационная панель;
- область мнемосхем;
- панель общих параметров;
- окно оперативных сообщений.

Экран системы отображения показан на рисунке 20



Рисунок 20 – Экран системы отображения

Технологическая схема АСУ воспроизводит на мониторе процесс хранения и перекачки нефтепродуктов в реальном времени.

Объекты управления и технологические параметры отображены в виде мнемознаков.

На рисунке 21 приведена основная технологическая схема.

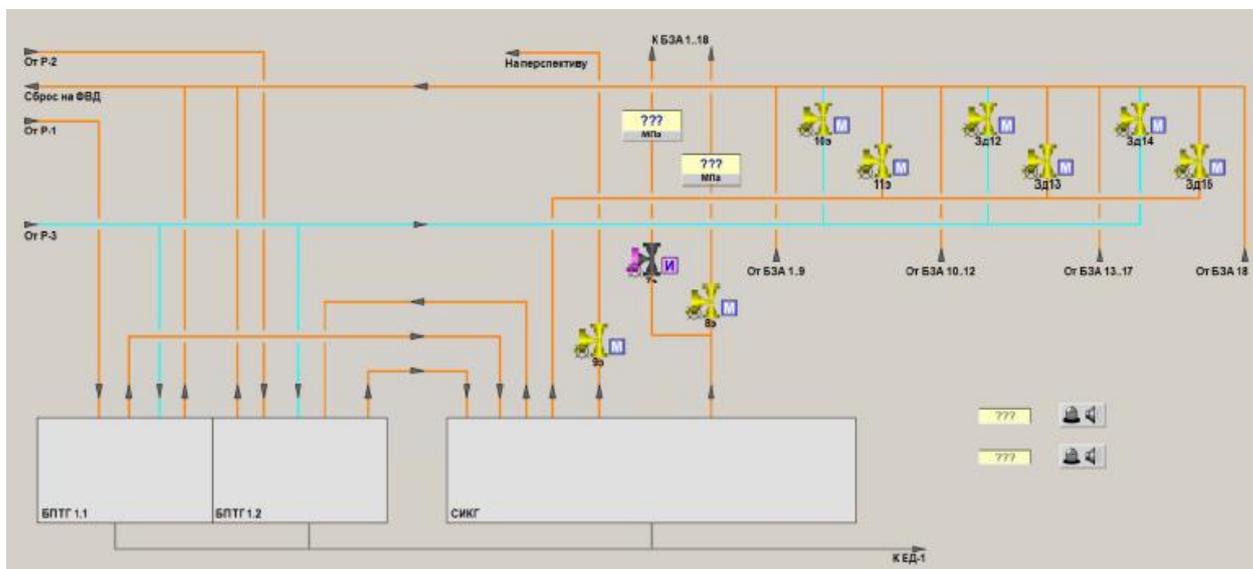


Рисунок 21– Область мнемосхем

С данной схемы осуществляется контроль и управление оборудованием.

Вызов всплывающих окон контроля и управления объектами и параметрами осуществляется путем наведения курсора на соответствующий объект или параметр и нажатия на левую кнопку «мыши».

Навигационная панель расположена в верхней части экрана АРМ оператора АСУ и служит для переключения между следующими мнемосхемами:

- блок подготовки топливного газа;
- площадка ресиверов;
- емкости дренажные;
- газотурбинные агрегаты;
- диагностика.

Кнопка на навигационной панели отображается красным цветом при наличии аварийного сигнала от оборудования, отображаемого на соответствующей мнемосхеме.

Панель общих параметров расположена в нижней правой части экрана АРМ оператора АСУ и служит для вызова системных функций. Также на функциональной панели отображается информация о текущем времени, дате и пользователе, зарегистрированном в системе безопасности.

Окно оперативных сообщений (рисунок 22) расположено в нижней части экрана и служит для отображения текущих событий в АСУ. Перемещение внутри данного окна осуществляется с помощью полосы прокрутки, которая появляется в правой части окна, если все сообщения не помещаются в окне программы.



Рисунок 22 – Окно оперативных сообщений

Для большей информативности сообщения в окне оперативных сообщений отображаются на фоне определенного цвета. При нажатии на кнопку

«Сообщения», расположенную в правой нижней части экрана, окно оперативных сообщений раскрывается на весь экран.

2.8.2 Разработка экранных форм АСУ

Технологические схемы АСУ воспроизводят на мониторе процесс перекачки газа в реальном времени. Объекты управления и технологические параметры отображены в виде мнемознаков.

На рисунке 23 приведена основная технологическая схема площадки ресиверов.

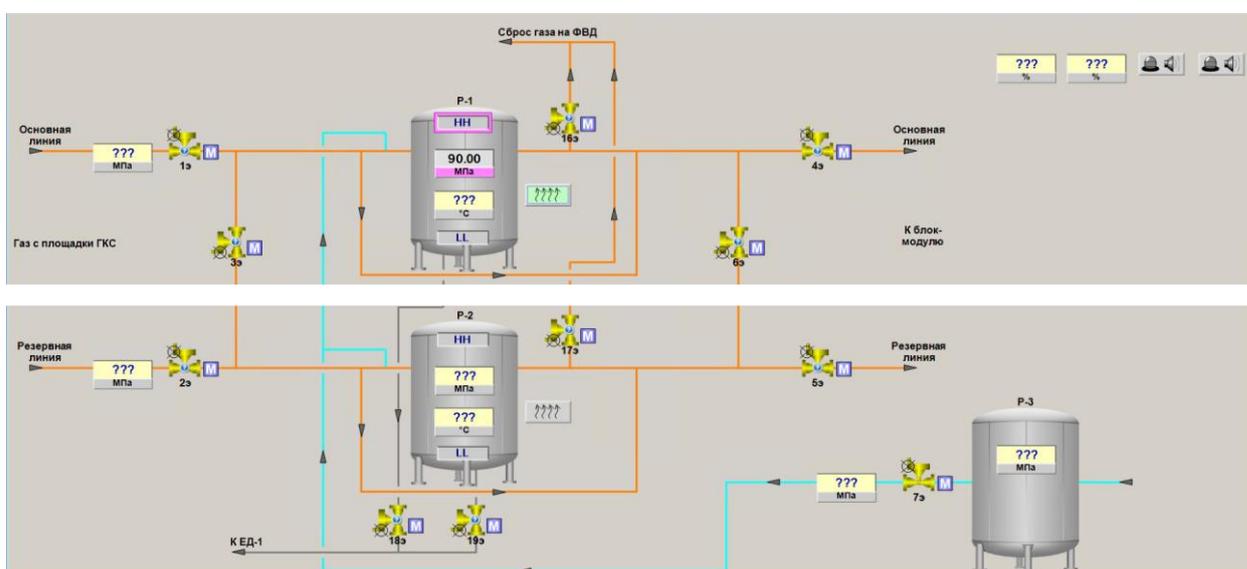


Рисунок 23 – Технологическая схема ресиверов

С данной схемы осуществляется контроль и управление оборудованием. Вызов всплывающих окон контроля и управления объектами и параметрами осуществляется путем наведения курсора на соответствующий объект или параметр и двойного нажатия на левую кнопку «мышь».

АСУ выполняет постоянный мониторинг состояния подотчетного оборудования и в случае отказа оборудования информирует оператора о произошедших отклонениях защитных и предупредительных сигналов.

На рисунке 24 приведен экран диагностики оборудования АСУ, вызываемый кнопкой «Диагностика», расположенной на навигационной панели. На экране отображается диагностическая информация о текущем состоянии оборудования.

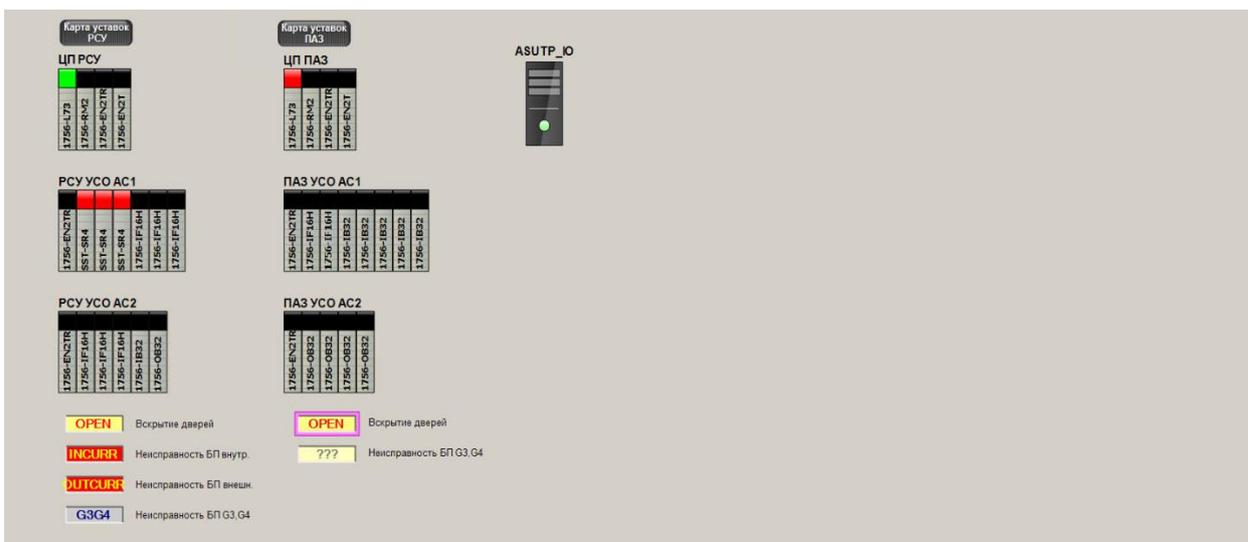


Рисунок 24 – Экран диагностики

В окне модуля ввода аналоговых сигналов (рисунок 25) отображается следующая информация:

- номер канала;
- наименование сигнала, датчик которого подключен к модулю;
- текущее значение сигнала;
- номер клеммного поля;
- номера клемм.

RSU_USO_AC1_A6				
Диагностика РСУ AC1 Модуль А6				
● Состояние модуля: Работа. Все подключения к установлены и данные передаются.				
канал	описание	значение	поле	клеммы
0	Температура на выходе из блока БЗА-6	3.4200	1ХТ3	1,2
1	Перепад давления на фильтре БЗА-6	3.4200	1ХТ3	4,5
2	Давление на выходе из блока БЗА-7	3.4200	1ХТ3	6,7
3	Температура на выходе из блока БЗА-7	3.4200	1ХТ3	9,10
4	Перепад давления на фильтре БЗА-7	3.4200	1ХТ3	11,12
5	Давление на выходе из блока БЗА-8	3.4200	1ХТ3	14,15
6	Температура на выходе из блока БЗА-8	3.4200	1ХТ3	16,17
7	Перепад давления на фильтре БЗА-8	3.4200	1ХТ3	19,20
8	Давление на выходе из блока БЗА-9	3.4200	1ХТ4	1,2
9	Температура на выходе из блока БЗА-9	3.4200	1ХТ4	4,5
10	Перепад давления на фильтре БЗА-9	3.4200	1ХТ4	6,7
11	Давление на выходе из блока БЗА-10	3.4200	1ХТ4	9,10
12	Температура на выходе из блока БЗА-10	3.4200	1ХТ4	11,12
13	Перепад давления на фильтре БЗА-10	3.4200	1ХТ4	14,15
14	Давление на выходе из блока БЗА-11	3.4200	1ХТ4	16,17
15	Температура на выходе из блока БЗА-11	3.4200	1ХТ4	19,20

Рисунок 25 – Окно диагностики аналогового модуля

В окне модуля ввода/вывода дискретных сигналов (рисунок 26) отображается следующая информация:

- номер канала;
- наименование сигнала, датчик которого подключен к модулю;

- состояние сигнала;
- номер клеммного поля;
- номера клемм.

PAZ_USO_AC1_A4				
Диагностика ПАЗ АС1 Модуль А4				
Состояние модуля:		Ожидание. Родительский объект, от которого зависит этот объект не запущен.		
канал	описание	значение	поле	клеммы
0	БПТГ. Авария основной линии		ЭХТ1.1	1,2
1	БПТГ. Авария резервной линии		ЭХТ1.1	3,4
2	Задвижка 1э. Авария		ЭХТ1.1	5,6
3	Задвижка 1э. Готовность		ЭХТ1.1	7,8
4	Задвижка 1э. Открыта		ЭХТ1.1	9,10
5	Задвижка 1э. Закрыта		ЭХТ1.1	11,12
6	Задвижка 1э. Открывается		ЭХТ1.1	13,14
7	Задвижка 1э. Закрывается		ЭХТ1.1	15,16
8	Задвижка 1э. ДУ		ЭХТ1.2	17,18
9	Задвижка 2э. Авария		ЭХТ1.2	19,20
10	Задвижка 2э. Готовность		ЭХТ1.2	21,22
11	Задвижка 2э. Открыта		ЭХТ1.2	23,24
12	Задвижка 2э. Закрыта		ЭХТ1.2	25,26
13	Задвижка 2э. Открывается		ЭХТ1.2	27,28
14	Задвижка 2э. Закрывается		ЭХТ1.2	29,30
15	Задвижка 2э. ДУ		ЭХТ1.2	31,32
16	Задвижка 3э. Авария		ЭХТ1.3	33,34
17	Задвижка 3э. Готовность		ЭХТ1.3	35,36
18	Задвижка 3э. Открыта		ЭХТ1.3	37,38
19	Задвижка 3э. Закрыта		ЭХТ1.3	39,40
20	Задвижка 3э. Открывается		ЭХТ1.3	41,42
21	Задвижка 3э. Закрывается		ЭХТ1.3	43,44
22	Задвижка 3э. ДУ		ЭХТ1.3	45,46
23	Задвижка 4э. Авария		ЭХТ1.3	47,48
24	Задвижка 4э. Готовность		ЭХТ1.4	49,50
25	Задвижка 4э. Открыта		ЭХТ1.4	51,52
26	Задвижка 4э. Закрыта		ЭХТ1.4	53,54
27	Задвижка 4э. Открывается		ЭХТ1.4	55,56
28	Задвижка 4э. Закрывается		ЭХТ1.4	57,58
29	Задвижка 4э. ДУ		ЭХТ1.4	59,60
30	Задвижка 5э. Авария		ЭХТ1.4	61,62
31	Задвижка 5э. Готовность		ЭХТ1.4	63,64

Рисунок 26- – Окно диагностики дискретного модуля

На рисунке 27 приведено всплывающее окно управления аналоговым параметром.

Аналоговый параметр

Площадка ресиверов газа Ресивер Р-1
Давление в ёмкости

0.00	мин. инж.	90.00	макс. инж.	100.00
4000.00	мин. АЦП	МПа	макс. АЦП	20000.00
Мин. авар.	10.00 ✓	Макс. авар.	80.00 ✓	
Мин. пред.	20.00 ✓	Макс. пред.	60.00 ✓	
Значение имитации	90.00	Гистерезис	0.00	
Задержка на срабатывание аларма по пределам		1	с	

- Недостоверность
- Неисправность датчика
- Неисправность модуля
- Обрыв
- КЗ
- Сигнализация отключена
- Нет связи с ПЛК

Режим обработки

- Тестирование
- Маскирование
- Имитация
- Полевое значение

Рисунок 27 – Окно управления аналоговым параметром

Окно управления состоит из информационной части, описывающей текущее состояние аналогового параметра, кнопок управления, элементов управления режимами обработки и технологических характеристик.

Аналоговый параметр имеет ряд технологических характеристик, которые определяют реакцию АСУ на изменение значения аналогового параметра.

К технологическим характеристикам аналогового параметра общего вида относятся:

- макс. авар – определяет верхнее аварийное значение параметра;
- макс. пред – определяет верхнее предупредительное значение параметра;
- мин. пред – определяет нижнее предупредительное значение параметра;
- мин. авар – определяет нижнее аварийное значение параметра;
- гистерезис – определяет зону нечувствительности параметра при переходе его от аварийного значения к предупредительному;
- значение имитации – определяет значение параметра, которое будет использовать
- контроллер для аналогового параметра при установленном режиме Имитация; значение необходимо вводить перед установкой режима;
- задержка на срабатывание аларма по пределам – определяет интервал времени, в течение которого не осуществляется сигнализация достижения значением аналогового параметра предельных значений.

Для изменения значения уставки необходимо установить курсор в поле, в котором отображается текущее значение уставки, в появившемся окне «Ввод значения» (рисунок 28) ввести новое значение уставки и нажать кнопку «ОК».

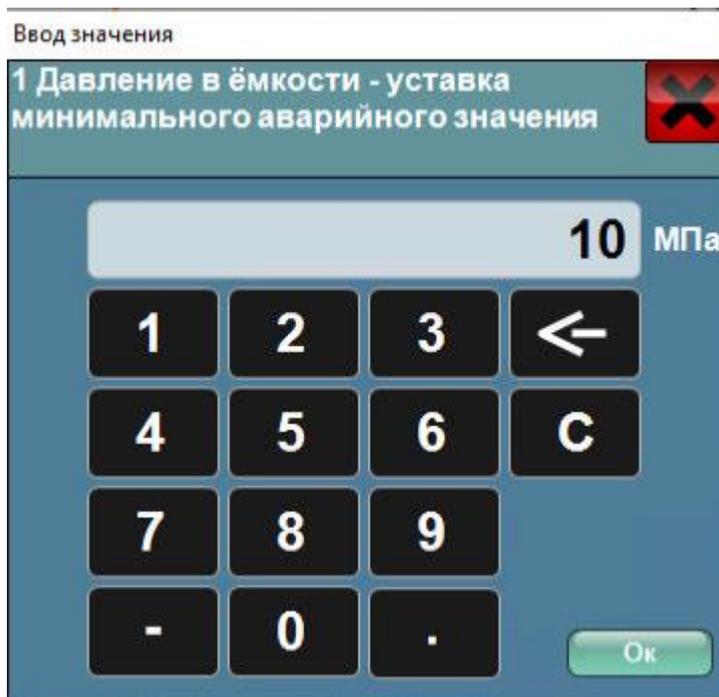


Рисунок 28 – Окно «Ввод значения»

Окно управления дискретным параметром.

На рисунке 29 приведено всплывающее окно управления дискретным параметром.

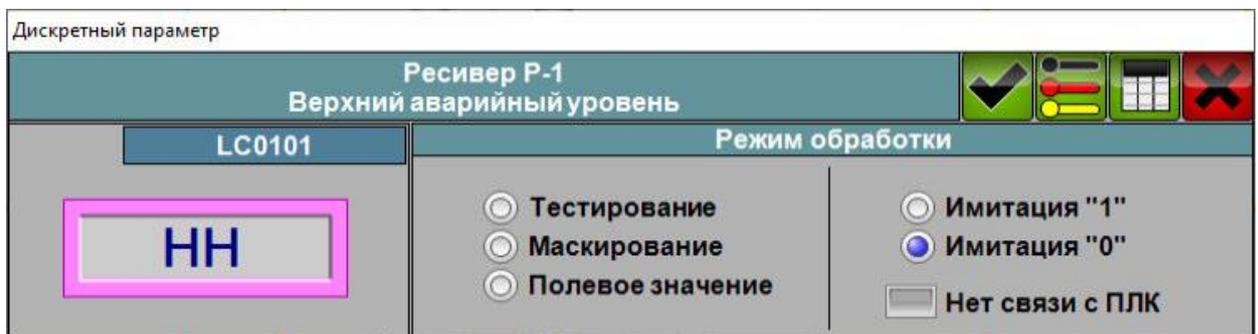


Рисунок 29 – Окно управления дискретным параметром

Окно управления состоит из информационной части, описывающей текущее состояние дискретного параметра, кнопок управления и элементов управления режимами обработки.

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Главная задача данного проекта, это увеличить производительность и безопасность системы, в сравнении с имеющейся. Экономическая часть также является важной частью, но имеет второстепенную роль при внедрении на планируемый объект. Однако эта система может широко применяться и на сравнительно небольших коммерческих предприятиях, поэтому целесообразно просчитать экономическую эффективность.

Основным показателем, характеризующим эффективность внедрения оперативно-диспетчерского управления, является интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход), а также срок окупаемости затрат по его разработке и внедрению.

В составе единовременных затрат необходимо учитывать расходы, связанные с проведением научно-технических работ, расходы на оборудование, расходы на разработку программного обеспечения, а также расходы на строительно-монтажные работы.

Расходы на содержание системы должны включать затраты на заработную плату персонала, затраты на технологические нужды, дооборудование рабочих мест и др.

Расчет и анализ экономической эффективности системы АСУ ГТЭС выполнен в соответствии с рекомендациями по обоснованию эффективности инноваций на АСУ ТП. Данные по затратам на внедрение представлены в таблице 11

Таблица 11 – вложения при внедрении

Название вида затрат	Количество	Расходы, руб.
Источник питания «Allan Brandley 1756-PA75R»	1 шт.	65000
Источник питания «AllanBrandley 1756-PSCA2»	2 шт.	18300
Контроллер «Allan Brandley 1756-L73»	1 шт.	525
Контроллер «Allan Brandley 1756-RM2»	1 шт.	9225
Контроллер «Allan Brandley 1756-EN2TR»	1 шт.	138750

Продолжение таблицы 11 – вложения при внедрении

Название вида затрат	Количество	Расходы, руб.
Контроллер «Allan Brandley 1756-EN2T»	1 шт.	64000
Датчики давления «Метран-75А»	3 шт.	4500
Датчики «Метран-150АС»	2 шт.	16500
Датчик температуры «Метран-274 EX»	3 шт.	22400
Сигнализатор уровня «Rosemount 2120»	1 шт.	6600
Сейсмограф	1 шт.	29325
Датчик качества	1 шт.	12240
Электропривод ЭП-4	4 шт.	240000
Задвижка 30с964нж	4 шт.	336000
Заработная плата руководителя	1 чел.	6190
Заработная плата инженера	1 чел.	35751
Отчисление на социальные нужды	-	11184
Расходы на НИР	-	124000
Итого		1140490

Таким образом затраты на внедрение системы автоматизированной системы управления составили 1140490 руб. Данные по текущим вложениям приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Текущие расходы на содержание системы автоматизированного управления ГТЭС до внедрения системы

Название вида затрат	Количество	Расходы
Зарплата операторов, руб.	6 чел.	3600000
Электрическая энергия, кВт/час	-	8640
Амортизационные отчисления, руб.	-	50232
Прочие затраты, руб.	-	166130
Курсы повышения квалификации, руб.	-	312000
Итого		4137002

Исходя из данных таблицы 12, среднегодовая норма расхода на работу системы до внедрения программы $R_{год_1}$ составила 4137002 руб.

Стоит отметить, что расчет электрической энергии предоставлен только для ПК, так как по потреблению другой энергии информации нет. Так же не включены затраты инженера, разрабатывающего проект и его научного руководителя. Считается допустимым, так как оценка эффективности проекта оценивается только качественно, ввиду отсутствия необходимых количественных данных.

Таблица 13 – Расходы на содержание системы автоматизированного управления ГТЭС после внедрения системы

Название вида затрат	Количество	Расходы
Зарплата операторов, руб.	2 чел.	1200000
Электрическая энергия, кВт/час	-	2880
Амортизационные отчисления, руб.	-	16744
Прочие затраты, руб.	-	116291
Курсы повышения квалификации, руб.	-	104000
Итого		1439915

Исходя из данных таблицы 13, среднегодовая норма расхода на работу системы, после внедрения программы $R_{год_2}$ составила 1439915 руб. За счет уменьшения количества операторов сократилась заработная плата. Соответственно, уменьшилось количество ПК и прочие расходы.

Итого: $R_{год_1} - R_{год_2} = 2697087$ составила экономия в год, после внедрения нашей системы.

3.2 Организация и планирование ОКР (НИР) работ

В рамках научного исследования составим перечень этапов и работ, который представлен в таблице 14.

Таблица 14- Перечень работ и продолжительность их выполнения

Загрузка исполнителей	Этапы работы	Исполнители
НР-100%	Разработка технического задания	НР
И-75% НР-25%	Подбор и изучение материалов по теме	И
	Изучение существующих объектов проектирования	И
	Календарное планирование работ	НР
И-100%	Проведение теоретических расчетов и обоснований	И
	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	И
	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И
НР-100% И-100%	Оценка эффективности полученных результатов	НР,И
	Определение целесообразности проведения ОКР	НР, И
И-100%	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	И
	Составление схемы информационных потоков	И
	Разработка схемы внешних проводок	И
	Разработка алгоритмов сбора данных	И
	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	И
И-100%	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	И
	Проектирование SCADA–системы	И
И-100%	Составление пояснительной записки	И

3.2.1 Определение продолжительности этапов работ

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице 15 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Таблица 15 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнитель и	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$	$T_{\text{рд}}$		$T_{\text{кд}}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и Утверждение технического задания	И	1	2	1,4	-	1,4	-	2
Подбор и изучение материалов по теме	И	2	5	3,2	-	3,2	-	5
Изучение существующих объектов проектирования	И	2	5	3,2	-	3,2	-	5
Календарное планирование работ	НР	0,5	1	0,7	0,35	-	1	-
Проведение теоретических расчетов и обоснований	И	1	3	1,8	-	1,8	-	3
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	И	2	4	2,8	-	2,8	-	4
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И	0,5	1	0,7	-	0,7	-	1
Оценка эффективности полученных результатов	НР	0,5	1	0,7	0,35	-	1	-

Продолжение таблицы 15 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителю, чел.- дн.			
					T _{РД}		T _{КД}	
		t _{min}	t _{max}	t _{ож}	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Определение целесообразности проведения ОКР	НР	0,5	1	0,7	0,35	-	1	-
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	И	1	2	1,4	-	1,4	-	2
Составление перечня вход/выходных сигналов	И	0,5	1	0,7	-	0,7	-	1
Составление схемы информационных потоков	И	0,5	1	0,7	-	0,7	-	1
Разработка схемы внешних проводок	И	1	3	1,8	-	1,8	-	3
Разработка алгоритмов сбора данных	И	1	3	1,8	-	1,8	-	3
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	И	0,5	1	0,7	-	0,7	-	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	И	2	4	2,8	-	2,8	-	4
Проектирование SCADA-системы	И	2	5	3,2	-	3,2	-	5
Составление пояснительной записки	НР	1	3	1,8	-	1,8	-	3
Итого				30,1	1,05	28	3	43

На основе таблицы 15 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках

научно-исследовательского проекта. В таблице 16 приведен календарный план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 16 – План-график

Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
		Феврал			Март			Апрель			Май			Июнь
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
Составление и утверждение технического задания	НР													
Подбор и изучение материалов по теме	И													
Изучение существующих объектов проектирования	И													
Календарное планирование работ	НР													
	И													
Проведение теоретических расчетов и обоснований	И													
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	И													
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	И													

Продолжение таблицы 16 – План-график

Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
		Феврал			Март			Апрель			Май			Июнь
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
Оценка эффективности полученных результатов	НР													
	И													
Определение целесообразности проведения ОКР	НР													
	И													
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	И													
Составление перечня вход/выходных сигналов	И													
Составление схемы информационных потоков	И													
Разработка схемы внешних проводок	И													
Разработка алгоритмов сбора данных	И													
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	И													

Продолжение таблицы 16 – План-график

Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ												
		Феврал			Март			Апрель			Май			Июнь
		3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	И													
Проектирование SCADA–системы	И													
Составление пояснительной записки	И													



– научный руководитель



– инженер

3.3 Оценка экономической эффективности проекта

Проект позволит увеличить производительность, надежность, установить резервирование системы, что будет способствовать непрерывной работе, а соответственно уменьшить необходимость в ремонте, что влечет за собой снижение трат на ремонтные, диагностические работы. Улучшение в эксплуатации позволит допускать меньше ошибок в работе, которые могут привести к поломкам и тратить меньше денег на обучение персонала.

Уменьшаются затраты на электроэнергию, что было продемонстрировано в таблицах 2 и 3, соответственно.

Так же можно выделить следующие конкурентные преимущества разработки: срок эксплуатации выше, повышение безопасности, качественный интерфейс. Применение данной системы оправдано экономически, т. к. сегодня электростанции, работающие на газовом топливе, имеют наиболее привлекательную для потребителя удельную стоимость строительства и низкие затраты при последующей эксплуатации.

4 Социальная ответственность

Проектирование автоматизированной системой управления газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой позволит увеличить производительность, экономичность и безопасность системы в сравнении с имеющейся. Автоматизированная система управления предназначена для автоматизированного (в необходимых объёмах автоматического) контроля состояния и управления в реальном масштабе времени объектами и оборудованием ГТЭС.

Объектом исследования будет выступать рабочее место сотрудника отдела автоматизации технологических процессов, использующего в работе ЭВМ на газотурбинной электростанции (ГТЭС).

Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров на ГТЭС. Здание, в котором находится диспетчерская, расположено на территории и ГТЭС.

При этом использовались ЭВМ, периферийное оборудование (мышь, клавиатура, принтер), бумажные документы.

Целью социальной ответственности является анализ вредных и опасных факторов труда работников и создание мер защиты от этих факторов. В разделе рассматривается требование техники безопасности при проведении работ, охрана труда и промышленной безопасности, охрана окружающей среды и экологической безопасности, которые применяются на данном предприятии.

Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) 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.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [9] в условиях непрерывного производства 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. На объекте применяется четырех бригадный график сменности. При этом ежедневно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК 197-ФЗ [8] о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

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.

К таким органам относятся:

- Федеральная инспекция труда;
- Государственная экспертиза условий труда Федеральная служба по труду и занятости населения (Минтруда России Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Госгортехнадзор, Госэнергонадзор, Госатомнадзор России));
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Госсанэпиднадзор России) и др.

Также в стране функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), положение о которой утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации, в соответствии с которым система объединяет органы управления, силы и средства.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Эргономическая безопасность персонального компьютера ТКРФ 197-ФЗ [8] может быть охарактеризована следующими требованиями:

- к визуальным параметрам средств отображения информации индивидуального пользования (мониторы);
- к эмиссионным параметрам ПК – параметрам излучений дисплеев, системных блоков, источников питания и др.

Кроме того, важнейшим условием эргономической безопасности человека при работе перед экраном монитора является СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03 [4], правильный выбор визуальных параметров самого монитора и светотехнических условий рабочего места.

Работа с дисплеем при неправильном выборе яркости и освещенности экрана, контрастности знаков, цветов знака и фона, при наличии бликов на экране, дрожании и мелькании изображения приводит к зрительному утомлению, головным болям, к значительной физиологической и психической нагрузке, к ухудшению зрения и т.п.

Человек должен так организовать свое рабочее место, чтобы условия труда были комфортными и соответствовали следующим требованиям:

- удобство рабочего места (ноги должны твердо опираться на пол; голова должна быть наклонена немного вниз; должна быть специальная подставка для ног;
- достаточное пространство для выполнения необходимых движений и перемещений;
- необходимый обзор (центр экрана монитора должен быть расположен чуть ниже уровня глаз; монитор должен отстоять от глаз человека на расстоянии 45-60 сантиметров; должна регулироваться яркость и контрастность изображения);
- достаточное освещение (внешнее освещение должно быть достаточным и равномерным; должна быть настольная лампа с регулируемым плафоном для дополнительного подсвета рабочей документации).

4.2 Профессиональная социальная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов

Работа на персональных электронно-вычислительных машинах относится к категории работ, связанных с опасными и вредными условиями труда. По природе действия опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические ГОСТ 12.0.003-74 [1]. В связи с тем, что на состояние здоровья работника химические и биологические факторы существенного влияния не оказывают, то рассматриваются лишь две группы факторов.

Таблица 17 – Опасные и вредные фактора при работе оператора

АСУ ТП по ГОСТ 12.0.003-2015

Факторы(ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ	Нормативные документы
	Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером.	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	Микроклимат – СанПиН 2.2.4.548 – 96 [2]
2.Превышение уровня шума	+	Шумы – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3]
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	Освещение – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 [5]

Продолжение таблицы 17 – Опасные и вредные факторы при работе оператора АСУ ТП по ГОСТ 12.0.003-2015

Факторы(ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ	Нормативные документы
	Рабочим местом является помещение диспетчерской. В диспетчерской рабочей зоной является место за персональным компьютером.	
4. Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	Электромагнитное излучение – СанПиН 2.2.4.3359-16 [9]

4.2.2 Анализ вредных факторов

4.2.2.1 Отклонения показателей микроклимата

Существуют гигиенические требования СанПиН 2.2.4.548-96 [2] к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, периодов года. Санитарные нормы и правила предназначены для предотвращения неблагоприятного воздействия микроклимата рабочих мест производственных помещений на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Определим необходимые параметры микроклимата и воздушной среды для помещения операторной.

Работа оператора ГТЭС относится к категории работ Ia [2], к которой относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Оптимальные параметры микроклимата для этой категории работ приведены в таблице 18:

Таблица 18 – Оптимальные параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96

Сезон	Температура воздуха, t, °С	Температура поверхностей, t, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный (среднесуточная температура меньше 10°С)	22-24	21 - 25	60-40	0.1
Теплый (среднесуточная температура воздуха 10°С и выше)	23-25	22-26	60-40	0.1

Допустимые параметры микроклимата приведены в таблице 19:

Таблица 19 – Допустимые параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96

Сезон	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже опт.	Диапазон выше опт.			Диапазон выше опт.	Диапазон ниже опт.
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2

Отклонение показателей микроклимата. Климат характеризуется как резко континентальный. Перепады температур соответствуют – зимой до -45°С, летом до +40°С. Слишком низкая температура может привести к обморожению, высокая к тепловому удару.

В качестве средств индивидуальной защиты от высоких и низких температур, рабочий персонал обеспечивается необходимой специальной одеждой.

4.2.2.2 Повышенный уровень шума

Шум создается работающим оборудованием, преобразователями напряжения, работающими осветительными приборами дневного света, а также проникает извне. Шум воздействует на органы слуха и на весь организм человека через центральную нервную систему, ослабляется внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Шум возникает во время работы оборудования. Источниками постоянного шума в помещении являются: люминесцентные лампы, печатающее устройство, шум различных узлов компьютера: дисководов, винчестеров, вентилятора. Повышенный уровень шума приводит не только к нарушениям слуха, но и может быть фактором стресса и повышения кровяного давления.

Наиболее действенным способом облегчения работ является кратковременные отдыхи в течение рабочего дня при выключенных источниках шума. Так же возможны средства индивидуальной защиты: шумоподавляющие наушники, беруши.

4.2.2.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Каждое устройство, которое производит или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное излучение. Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела. Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимых характер.

Источником электромагнитных излучений в нашем случае является дисплей компьютера. Спектр излучения компьютерного монитора включает в

себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Малые дозы облучения могут привести к раковым заболеваниям, нарушениям нервной, эндокринной и сердечно-сосудистых систем, которые являются обратимыми, если прекратить воздействия. Обратимость функциональных сдвигов не является беспредельной и определяется интенсивностью, длительностью излучения и индивидуальными особенностями организма.

Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ СанПиН 2.2.4.3359-16 [9] по электрической составляющей приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах по СанПиН 2.2.4.1191-03

Наименование параметров	Допустимые значения
Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см. вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	25 В/м 2.5 В/м
Плотность магнитного потока должна быть не более: в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в диапазоне частот 2 – 400 кГц	250 нТл 25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать	500 В

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться

регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;

- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

4.2.2.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны

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, также, 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 по СП 52.13330.2011 [5].

Рациональное освещение рабочего места позволяет предупредить травматизм и многие профессиональные заболевания. Правильно организованное освещение создает благоприятные условия труда, повышает работоспособность, действует на человека тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности и увеличивает производительность труда. Из-за постоянной занятости перед монитором возникает перенапряжение зрительное.

Рабочая зона или рабочее место оператора АСУ освещается таким образом, чтобы можно было отчетливо видеть процесс работы, не напрягая зрения, а также исключается прямое попадание лучей источника света в глаза.

Кроме того, уровень необходимого освещения определяется степенью точности зрительных работ. Наименьший размер объекта различения составляет

0.5 - 1 мм. В помещении присутствует естественное освещение. По нормам освещенности по СП 52.13330.2011 [5] и отраслевым нормам, работа за ПК относится к зрительным работам высокой точности для любого типа помещений.

Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПК, представлены в таблице 21

Таблица 22 – Требования к освещению на рабочих местах с ПК по СП 52.13330.2011

Освещенность на рабочем столе	300-500 лк
Освещенность на экране ПК	не выше 300 лк
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Между рабочими поверхностями	3:1–5:1
Между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

4.3.3 Анализ опасных факторов

4.3.3.1 Электробезопасность

ПЭВМ и периферийные устройства являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При работе с компьютером возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Согласно с ГОСТ 12.1.038-82 [6] рабочие места с ПЭВМ должны быть оборудованы защитным занулением; подача электрического тока в помещение должна осуществляться от отдельного независимого источника питания; необходима изоляция токопроводящих частей и ее непрерывный контроль; должны быть предусмотрены защитное отключение, предупредительная сигнализация и блокировка.

Помещение, в котором расположено рабочее место, должно относиться к категории без повышенной опасности, и соответствовать установленным условиям [6]:

- напряжение питающей сети 220 В, 50 Гц;
- относительная влажность воздуха 50%;
- средняя температура около 24°C;
- наличие непроводящего полового покрытия.

4.3.4 Экологическая безопасность

4.3.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Организация защиты окружающей среды является одним из приоритетных направлений, поэтому при разработке автоматизированной системы, необходимо выявить предполагаемые источники загрязнения атмосферы, гидросферы, литосферы, селитебной зоны, а также разработать предложения по их устранению.

Загрязнение атмосферы. Планируемый технологический процесс предлагает в своем производстве использование газовых турбин, которые будут оказывать негативное воздействие на атмосферу в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом

Мероприятия по защите в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78:

- расположение объекта разработки в непосредственной близости от селитебной зоны, не менее 1 километра;
- точное соблюдение технологического регламента производства;
- контроль исправности контрольно-измерительных приборов и герметичности газоотходных систем и агрегатов;
- обеспечение бесперебойной работы всех пыле очистных систем.

Загрязнение литосферы. Воздействие на литосферу не происходит.

Загрязнение гидросферы. Воздействие на гидросферу не происходит.

4.3.5 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

В процессе эксплуатации газораспределительной станции, а именно при утечке газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методикой по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу». При эксплуатации ГТЭС допускаются выбросы природного газа (включающие одорант, если газ поступает одорированным), величина которых зависит от состава и типа установленного технологического оборудования ГОСТ 17.4.3.04-85 [11].

4.3.6. Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Отходы, образующиеся при эксплуатации оборудования ГТЭС сортируются по классам опасности.

Первый класс опасности (чрезвычайно опасное, токсичное химическое вещество) – люминесцентные и газонаполненные лампы (содержание ртути и её соединений). Лампы складываются отдельно от всех отходов и упаковываются в коробки или ящики для сохранения их целостности при транспортировке, сдаются на специализированное предприятие для переработки.

Второй класс опасности – отработанные аккумуляторы и батарейки (содержание свинца, кислот и щелочей). Возможно кислотное или свинцовое отравление окружающей среды. Их следует хранить отдельно и далее сдавать на переработку.

Третий класс опасности – отработанные масла, смазки и фильтры. Такие отходы лишь частично могут быть обезврежены воздействием природных процессов и их накопление приносит вред окружающей среде. Такие отходы также должны складываться в отдельных контейнерах или емкостях и утилизироваться на специальных предприятиях.

Четвертый класс опасности – промасленная ветошь как нефтесодержащий отход. Для их хранения на территории ГТЭС устанавливаются специальные контейнеры. Далее ветошь вывозят на полигон хранения и утилизации.

Пятый класс опасности – неопасные или малоопасные отходы. Они накапливаются на соответствующих местах хранения и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов. Отходя, подлежащие вторичному использованию (черные и цветные металлы) вывозятся в пункты приема.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований.

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация – пожар.

4.5. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований

Согласно Гост 12.1.004-91 [7] к основным причинам пожаров на ГТЭС можно отнести следующие:

- нарушения правил ведения газоопасных и огневых работ;
- нарушения требований пожаробезопасности при эксплуатации технологического оборудования и систем (загазованность, пирофорные отложения, конденсат);
- неисправность отопительных приборов;
- неисправность и нарушение правил эксплуатации электрооборудования, электросетей;
- разряды статического электричества и грозовые разряды;
- нарушение требований пожарной безопасности при эксплуатации (ремонте) водогрейных отопительных котлов;
- несоблюдение правил пожарной безопасности обслуживающим персоналом;

- самовозгорание горючих веществ.

4.6. Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Пожарная безопасность ГТЭС в соответствии с требованиями СанПиН 2.11.03-93 [12] должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения образования на территории ГТЭС горючей газовоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выброс газа из трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего ГТЭС, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и возгораний.

Газотурбинная электростанция должна быть обеспечена первичными средствами пожаротушения в соответствии с действующими нормами, указанными в ППБ 01-93 [13]. На территории ГТЭС должны быть установлены знаки пожарной безопасности для обозначения места расположения пожарного инвентаря, оборудования, гидрантов, колодцев и т.д., проходов к нему, а также для обозначения запретов на действия, нарушающие пожарную безопасность.

Заключение

В результате проделанной выпускной квалификационной работы, получилось разработать автоматизированную систему управления газотурбинной электростанцией с закрытой распределительной установкой, в соответствии с требованиями технического задания.

Во время реализации проекта разработана функциональная и структурная схемы автоматизации, а также схема соединения внешних проводок. Сделан план расположения оборудования и проводок. Выбран комплекс аппаратно-технических средств. Разработан средний уровень, для которого выбран подходящий контроллер и модули. Сделан верхний уровень, с помощью SCADA-системы. Чтобы появилась возможность управлять процессом, разработан алгоритм управления технологическим процессом. Все это стало возможным, благодаря тщательному изучению особенностей технологического процесса ГТЭС.

Помимо технической разработки, так же были изучены экономические и экологические моменты в работе ГТЭС. В результате было дано технико-экономическое обоснование эффективности данного проекта. К тому же это позволило улучшить вопросы, связанные с экологической безопасностью, производственной санитарии и аналогичных условий труда. Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является увеличение производительности, экономичности и безопасности системы в сравнении с имеющейся.

Список использованной литературы:

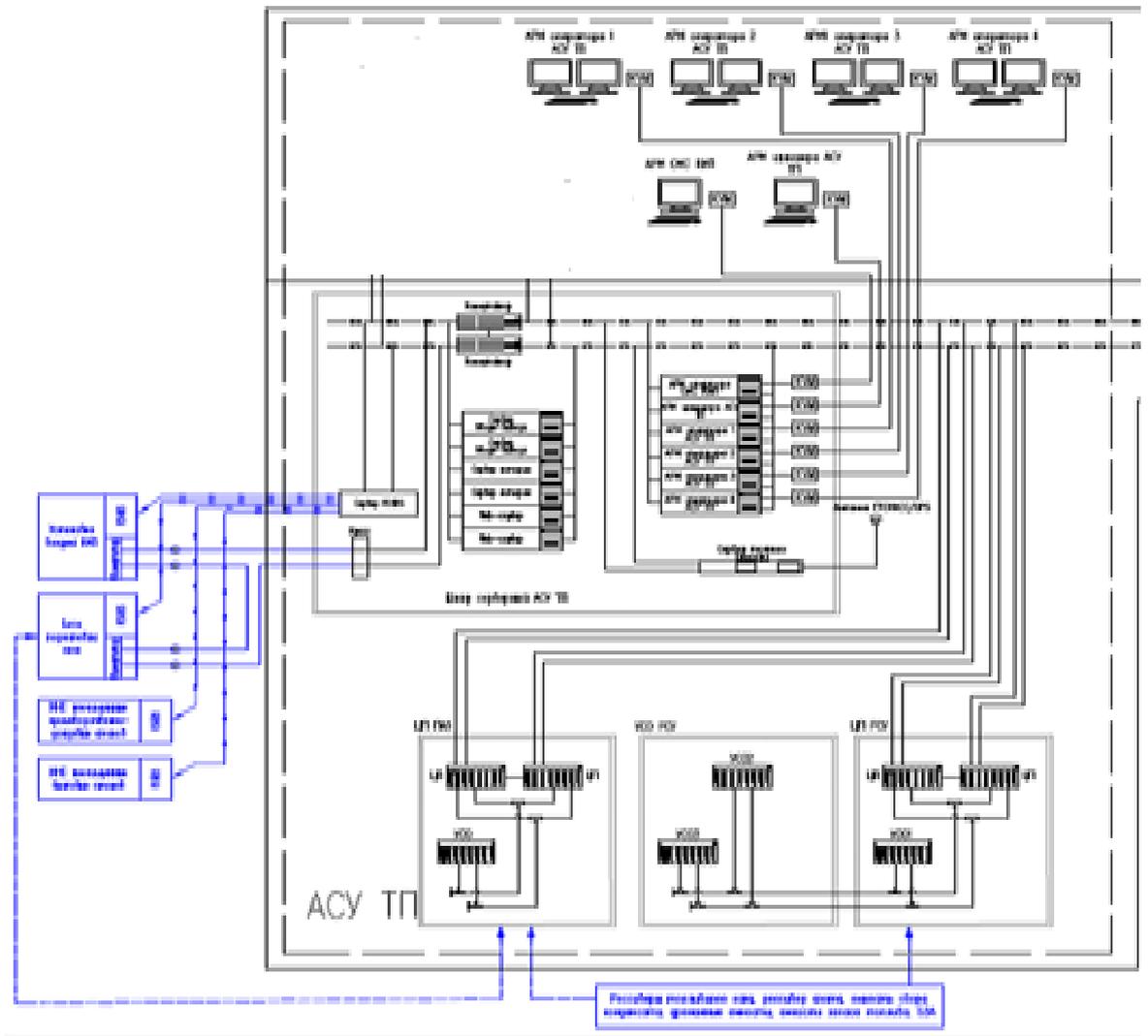
1. Громаков Е. И. Проектирование автоматизированных систем: учебно-методическое пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2010. – 173 с.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А. С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
3. Шкляр В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие. – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 126 с.
4. Технологический регламент ТР 09-70-2012. – Томск, 2012. – 89 с.
5. ГОСТ 14254-96 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). – М.: Стандартинформ, 2007.
6. ГОСТ 21.408 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – М.: Стандартинформ, 2014.
7. ГОСТ 8.631-2013 (OIMLR 60:2000) Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики весоизмерительные. Общие технические требования. Методы испытаний (Metrologicalregulationforloadcells). – М.: Стандартинформ, 2014.
8. РМГ 62-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешностей измерений при ограниченной исходной информации. – М.: Стандартинформ, 2008.
9. ГОСТ 19.701-90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. – М.: Стандартинформ, 2010.
10. ГОСТ Р МЭК 61508-6-2012 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных,

связанных с безопасностью. Часть 6. Руководство по применению ГОСТ Р МЭК 61508-2 и ГОСТ Р МЭК 61508-3. – М.: Стандартинформ, 2014.

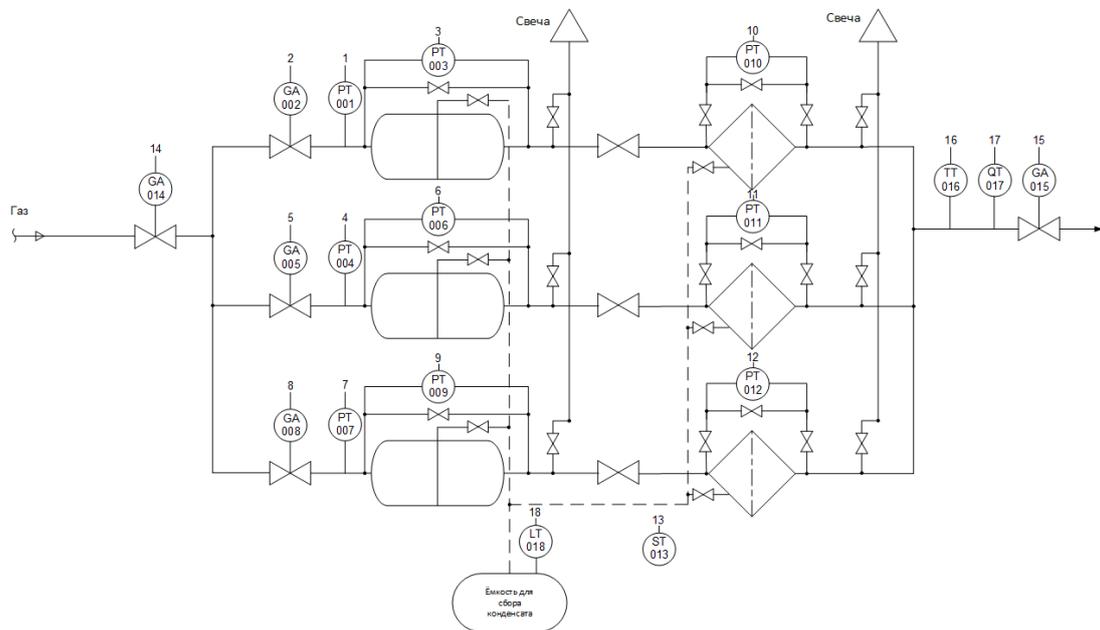
11. IP (степень защиты оболочки) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
[https://ru.wikipedia.org/wiki/IP_\(степень_защиты_оболочки\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP_(степень_защиты_оболочки)), свободный.
12. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
13. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
14. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы
16. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
17. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
18. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования
19. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)
20. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах

21. 10. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
22. СанПиН 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов.
23. ППБ 01-93 Правила о пожарной безопасности в РФ.

Приложение А
 (обязательное)
 Структурная схема



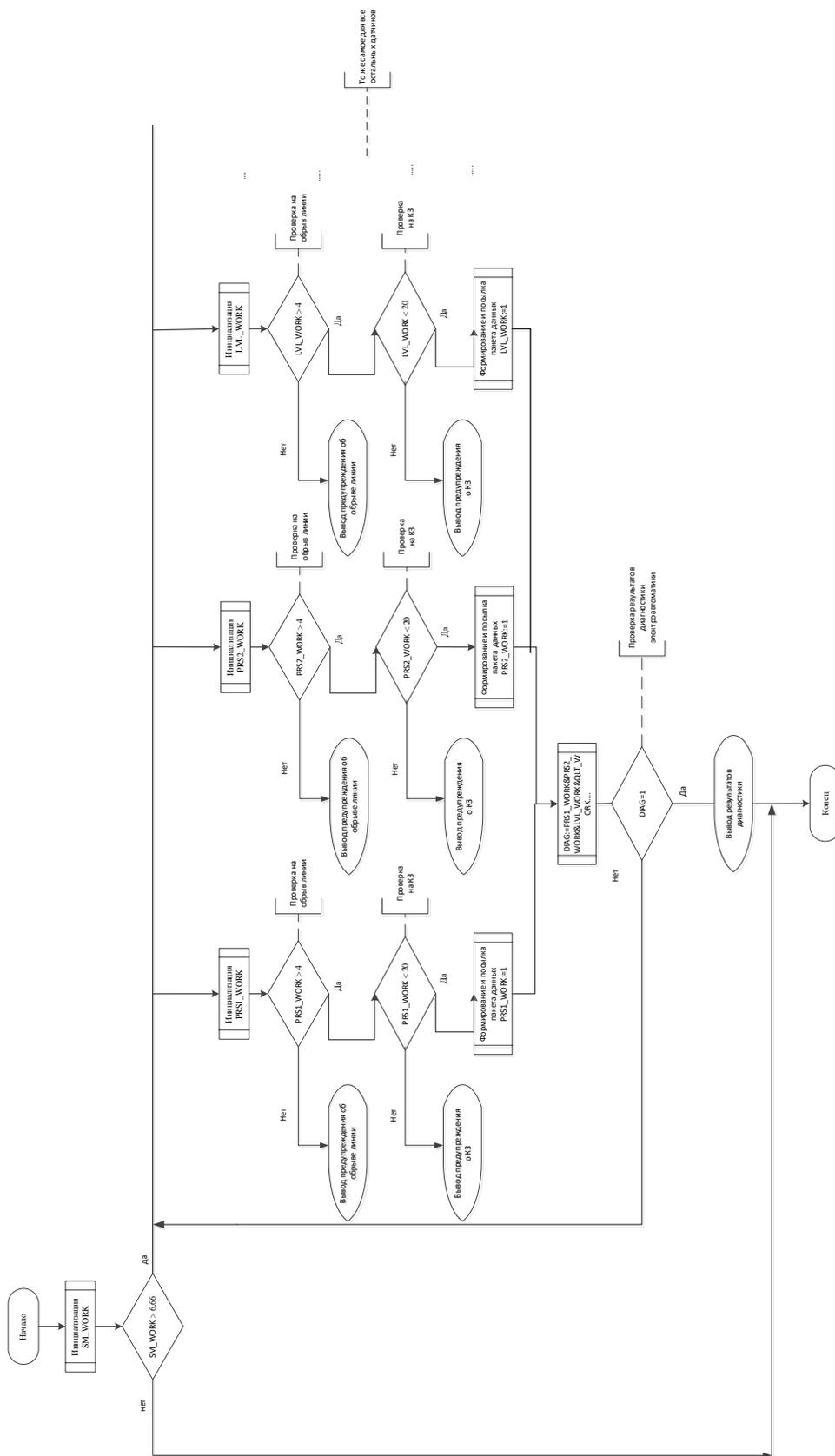
Приложение Б (справочное) Функциональная схема автоматизации



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Приборы по месту	PC 001	GSA 002	PC 003	PC 004	GSA 005	PC 006	PC 007	GSA 008	PC 009	PC 010	PC 011	PC 012	SI 013	GSA 014	GSA 015	TC 016	QC 017	LA 018
Шкаф управления	PI 001		PI 003	PI 004		PI 006	PI 007		PI 009	PI 010	PI 011	PI 012	HL1			TI 016	QI 017	HL1
SCADA	Управление																	
	Измерение																	
	Сигнализация																	

Приложение В (справочное)

Алгоритм диагностики электротоматики после сейсмоздействия



Приложение Г (справочное) Схемы соединений внешних проводов

