

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



Институт – Кибернетики

Направление подготовки – 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра – Интегрированных компьютерных систем управления

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы телемеханики кустовой площадки №11 Тагульского месторождения

УДК 681.51: 621.398: 553.98 (571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т21	Киреев Павел Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
Ведущий инженер ОАТП ОАО «ТомскНИПИнефть»	Зебзеев Алексей Григорьевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Николаенко Валентин Сергеевич			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Учебная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиньш Андрей Вилнисович	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Институт – Кибернетики

Кафедра – Интегрированных компьютерных систем
управления

Направление – Автоматизация технологических процессов
и производств

Утверждаю:

Заведующий кафедрой ИКСУ _____

(подпись)

(дата)

А.В.Лиепиньш

Задание

на выполнение выпускной квалификационной работы

студенту гр. 8Т21 **Кирееву Павлу Александровичу**

1. Тема выпускной квалификационной работы «Проектирование системы телемеханики кустовой площадки №11 Тагульского месторождения» утверждена приказом ректора (распоряжением декана) от _____ № _____.

2. Срок сдачи студентом готовой работы: _____.

3. Исходные данные к работе: _____

4. Содержание текстового документа:

4.1. Реферат;

- 4.2. Содержание;
- 4.3. Введение;
- 4.4. Техническое задание;
- 4.5. Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта;
- 4.6. Разработка функциональной схемы кустовой площадки;
- 4.7. Разработка схемы соединения внешних проводок;
- 4.8. Принцип построения устройств телемеханики ТУ, ТС, ТИ;
- 4.9. Основные задачи связи;
- 4.10. Повышение быстродействия передачи данных;
- 4.11. Описание идеи применения блочной спорадической передачи данных;
- 4.12. Разработка модели на основе применения блочной спорадической передачи данных;
- 4.13. Реализация разработанного алгоритма под измерительную платформу Compact RIO 9074;
- 4.14. Принцип работы модуля аналогового ввода;
- 4.15. Разработка алгоритмов управления с помощью LabVIEW;
- 4.16. Заключение.
- 5. Перечень графического материала.
 - 5.1. Технологическая схема с автоматизацией площадки куста скважин № 11;
 - 5.2. Функциональные схема автоматизации кустовой площадки №11;
 - 5.3. Схемы внешних проводок;
 - 5.4 Структурная схема телемеханической системы;
 - 5.5. Модель алгоритма в среде Simulink;
 - 5.6. Блок-схемы алгоритмов обработки аналогового параметра;

6. Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы.

6.1. Раздел: Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения – В.С. Николаенко (ассистент каф. менеджмента).

6.2. Раздел: Социальная ответственность – О.А. Антонец (Доцент каф. ЭБЖ).

7. Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы: .

Руководитель _____ (И.О.Ф.)

(Подпись, дата)

Задание принял к исполнению

Студент _____ (И.О.Ф.)

Реферат

Пояснительная записка содержит 88 страницы машинописного текста, 10 рисунков, 17 таблиц, 25 источников литературы, 10 приложений.

Объектом исследования является кустовая площадка Тагульского месторождения.

В данной выпускной квалификационной работе представлена разработка системы телемеханики. Она позволяет собирать информацию с удаленных технологических объектов, расположенных на кустах месторождения, таких как электроцентробежные насосы, дренажные емкости и др. и передавать эту информацию на диспетчерский пункт. Таким образом, система позволит вести непрерывный контроль состояния скважинного оборудования, дебитом нефти и других параметров.

Центральное место в работе занимает процесс, применения спорадического режима передачи данных, его польза и новизна. Так же рассматривались проблемы, возникающие при его применении и способы их устранения. Самым важным элементом работы является разработка алгоритма применения спорадической передачи данных для данной кустовой площадки. Большой акцент делается на внедрении этого алгоритма в действующие технологические объекты.

Добившись и проанализировав полученные данные можно сказать, что система позволит увеличить производительность месторождения, повысить срок службы оборудования, значительно сократить число аварий, увеличить точность и надежность измерений, а главное повысить быстродействие передачи данных.

Содержание

Задание	2
Реферат.....	5
Содержание	6
Введение	9
1 Техническое задание.....	11
1.3 Цели создания системы.....	11
1.3 Назначение и состав кустовой площадки нефтяного месторождения ...	11
2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта	13
2.1 Измерительная установка (ИУ)	14
2.2 Нагнетательная и добывающая скважина.....	18
2.3 Емкость дренажная (ЕД).....	19
3 Разработка функциональной схемы кустовой площадки.....	21
4 Разработка схемы соединения внешних проводов	24
5 Принципы построения устройств телемеханики ТУ, ТС, ТИ	25
6 Основные задачи связи	30
6.1 Сквозная готовность (доступность).....	30
6.2 Управление потоком.....	31
6.3 Достоверность данных, контроль ошибок.....	31
6.4 Приоритет	31
6.5 Управление сетью.....	32
6.6 Защита данных.....	32
6.7 Основные функциональные требования телемеханики	33

7 Повышение быстродействия передачи данных.....	35
8 Описание идеи применения блочной спорадической передачи данных	37
9 Разработка модели на основе применения блочной спорадической передачи данных.....	39
10 Реализация разработанного алгоритма под измерительную платформу Compact RIO 9074	43
11 Принцип работы модуля аналогового ввода.....	46
11.1 Фильтрация измеряемого значения.....	46
11.2 Графическое описание алгоритмов анализа аналогового сигнала:	46
11.3 Пересчет измеряемого значения	47
11.4 Существует три режима обработки параметра:	47
11.5 Контроль предельных значений.....	49
12 Разработка алгоритмов управления с помощью LabVIEW.....	50
Описание работы.....	52
Заключение	54
13 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	55
13.1 Актуальность разработки.....	55
13.2 SWOT-анализ	56
13.3 Планирование научно-исследовательской работы	57
13.4 Поэтапное распределение НИР	58
13.5 Расчет трудоемкости этапов распределения НИР.....	59
13.6 Составление сметы затрат на разработку проекта	62
13.7 Расчет затрат на внедрение	68
13.8 Оценка экономической эффективности разработки	69
14 Социальная ответственность.....	71
14.1 Производственная безопасность.....	72
14.1.1 Анализ вредных и опасных факторов.....	72
14.1.2 Повышенный уровень шума.....	73

14.1.3 Повышенный или пониженный уровень освещенности. Отсутствие или недостаток естественного света	73
14.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений	78
14.1.5 Повышенная или пониженная влажность воздуха. Повышенная или пониженная температура воздуха	79
14.1.6 Электрический ток.....	80
14.2 Экологическая безопасность.....	82
14.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	83
14.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	84
14.4.1 Параметры рабочего места	84
14.4.2 Требования к персоналу	85
Список литературы	86
Приложение А. ФЮРА.425280.0001	89
Приложение Б. ФЮРА.425280.0002	90
Приложение В. ФЮРА.425280.0003	91
Приложение Г. ФЮРА.425280.0004	92
Приложение Д. ФЮРА.425280.0005	93
Приложение Е. ФЮРА.425280.0006.....	94
Приложение Ж. ФЮРА.425280.0007.....	95
Приложение З. ФЮРА.425280.0008	96
Приложение И. ФЮРА.425280.0009	97
Приложение К. ФЮРА. 425280.0010	98

Введение

Особенность современного рынка нефтегазодобывающего комплекса, природно-климатические условия и инфраструктура районов добычи заставляют непрерывно искать пути повышения рентабельности производства, совершенствования процесса управления и планирования. При этом, основными способами увеличения эффективности предприятий являются оптимизация и модернизация производства, снижение производственных потерь и технологического расхода энергоносителей, увеличение достоверности и скорости получения информации, необходимой для принятия управленческих решений.

В тоже самое время инфраструктура нефтедобывающих предприятий, как правило, является распределенной с территориально удаленными объектами. При реализации передачи данных со всех удаленных объектов на один диспетчерский пункт возникают проблемы, связанные, например, с недостаточным быстродействием системы и низкой достоверности передаваемых значений параметров технологического процесса [1].

Поэтому в работе рассматривается внедрение новых информационных технологий и кардинального улучшения информационного обеспечения управленческой деятельности для поддержания эффективного управления сложным в организационно-экономическом отношении предприятием.

Повышение управляемости предприятием достигается вследствие:

- ✓ оперативного поступления полной и достоверной информации о производственных процессах основного производства; сокращения времени принятия производственных решений;
- ✓ эффективной информационной связи между системами управления производственными процессами и хозяйственно-административной деятельностью;

Системы телемеханики решают задачи:

- ✓ оптимизация режимов работы скважин;
- ✓ увеличение добычи нефти;
- ✓ увеличение межремонтного периода и уменьшение простоев технологического оборудования;
- ✓ снижение затрат на ремонт оборудования;
- ✓ повышение производительности труда и условий работы персонала, занятого сбором и анализом информации о процессе добычи и транспорта нефти.

1 Техническое задание

1.1 Полное название

Проектирование системы телемеханики кустовой площадки №11 Тагульского месторождения.

1.2 Краткая характеристика области применения

Данная система предназначена для автоматизации технологических процессов кустов скважин месторождения, а именно оперативный сбор информации.

1.3 Цели создания системы

Основные цели и задачи:

- безопасность персонала;
- охрана окружающей среды;
- контроль и управление технологическими и вспомогательными процессами;
- эффективное предоставление достаточного объема информации оперативному персоналу в целях обеспечения безопасного и эффективного управления процессом;
- передача данных в корпоративные системы управления предприятием.

1.3 Назначение и состав кустовой площадки нефтяного месторождения

Кустовая площадка – ограниченная территория месторождения, на которой подготовлена специальная площадка для размещения группы скважин, нефтегазодобывающего оборудования, служебных и бытовых помещений и т.п.

Сооружения, проектируемые при обустройстве площадки куста скважин, предназначены для добычи, сбора и измерения расхода продукции добывающих нефтяных скважин с определением дебита скважин по жидкости и

газу, распределения и измерения воды, подаваемой в нагнетательные скважины с целью поддержания пластового давления.

В проекте на кустовой площадке нефтяного месторождения предусматривается оснащение средствами контроля и управления следующих технологических объектов и сооружений:

- ✓ Блок дозирования реагентов;
- ✓ Дренажная емкость;
- ✓ Блок местной автоматики;
- ✓ Водораспределительный блок;
- ✓ Групповая замерная установка;
- ✓ Нагнетательная скважина;
- ✓ Скважина ЭЦН.

1.4 Требования к быстродействию передачи данных

С целью повышения быстродействия передачи данных опрос кустовой площадки реализовать в режиме спорадической передачи данных".

1.5 Требования к информационной и программной совместимости

Система должна позволять реализацию блочной спорадической передачи данных. Для этого использовать новые технологии, применяемые в технических измерительных системах Compact RIO.

1.6 Требования к программной документации

В комплект программной документации программно-инструментального средства должно входить:

- ✓ Техническое задание;
- ✓ Пояснительная записка;
- ✓ Приложения.

Документация должна быть представлена в печатном и в электронном виде в формате Microsoft Word.

2 Описание технологического процесса и технологической схемы производственного объекта

Продукция от добывающих и нагнетательных скважин направляется на замер через измерительный коллектор, продукция остальных скважин – в нефтегазосборный трубопровод. Замер осуществляется последовательно для каждой скважины.

Для поочередного ввода в эксплуатацию скважин на замерном и нефтегазосборном трубопроводе после подключения каждой скважины установлена отключающая арматура.

После ИУ продукция замеряемой скважины подается в нефтегазосборный трубопровод. Нефтегазоводяная смесь с кустовых площадок транспортируется по нефтегазосборным сетям на УПН месторождения.

На площадке куста скважин предусмотрена дренажная емкость (ЕД). Емкость предназначена для опорожнения трубопроводов ИУ, сбора сбросов с предохранительного клапана сепаратора ИУ и предохранительного клапана с линии подачи воды на узел противопожарного обеспечения.

Жидкость после заполнения ЕД откачивается полупогружным насосом емкости в нефтегазосборный трубопровод через трубопровод, расположенный в ИУ, либо в автоцистерну с последующей перекачкой в нефтегазосборную сеть, для возврата в технологический процесс подготовки нефти. Структурная схема показана в приложении А.

2.1 Измерительная установка (ИУ)

Измерительная установка предназначена для автоматического измерения количества жидкости и газа, добываемого из нефтяных скважин, с последующим определением дебита скважин.

Распределение продукции нефтяных скважин на замер дебита осуществляется через контроллер, размещенный в пункте контроля и управления в автоматическом режиме или дистанционно с диспетчерского пункта при помощи внешних узлов арматуры, оборудованных электроприводными задвижками.

Измерение массового расхода жидкости и объемного расхода газа осуществляется при помощи многофазного расходомера. Расходомер состоит из блока источника, трубы Вентури и регистрирующего устройства.

Принцип действия основан на измерении полного расхода на трубке Вентури и измерении доли каждой фракции многофазного потока (нефть/ вода/ газ) при помощи двухуровневого гамма-фракциометра. Массовый расходомер Вентури и гамма-фракциометр, а также датчики давления, температуры и дифференциального давления размещаются в единой измерительной секции. Такая совокупность компонентов измерительной системы с использованием специально разработанной комплексной физико-математической модели обеспечивает наиболее достоверные и устойчивые показатели измерений полного массового дебита многофазного потока и соотношений отдельных фракций газа, нефти и воды, которые впоследствии преобразовываются в массовые и объемные значения дебитов [2].

Технические характеристики установки обеспечивают ее эксплуатацию в диапазоне физико-химических свойств рабочей среды.

Все оборудование установки измерительной монтируется на металлическом основании.

На основании по периметру рамы крепятся панели укрытия. Укрытие блока отличается легкостью, прочностью, устойчивостью к атмосферным воздействиям, хорошими теплоизоляционными свойствами.

В блоке технологическом измерительной установки предусмотрены штуцера для подключения передвижной замерной установки (ПЗУ).

Для измерительной установки предусмотрены специальные грузозахватные устройства (захватные приспособления, проушины и т.д.), позволяющие безопасно выполнять погрузочно-разгрузочные работы.

Длительность измерения определяется установкой реле времени. Время измерения устанавливается в зависимости от конкретных условий: дебита скважин, способов добычи, состояния разработки месторождения.

Система автоматизации измерительной установки (ИУ) обеспечивает:

1 Местное измерение:

- температуры среды;
- давления в измерительной линии;
- давления на выходе ИУ;
- давления в общем коллекторе;
- обводненности нефти.

2 Дистанционное измерение:

- среднесуточного массового и объемного расхода жидкости, фиксация данных;
- температуры среды;
- давления в измерительной линии;
- давления на выходе ИУ;
- давления в общем коллекторе;
- обводненности нефти;
- плотности жидкости;
- температуры в БТ;
- загазованности в БТ.

3 Местную сигнализацию при достижении дозврывоопасной концентрации (ДВК) горючих газов и паров в помещении БТ 10 % и 20 % НКПР.

4 Дистанционную сигнализацию:

- минимального и максимального допустимых значений давления в измерительной линии;
- номера подключенной на измерение скважины;
- текущего состояния регулирующих устройств установки;
- текущего режима работы (автоматический, ручной, измерение);
- неисправности датчиков с токовыми выходными сигналами;
- неисправности газоанализаторов;
- при достижении дозврывоопасной концентрации (ДВК) горючих газов и паров в помещении БТ 10% и 20% от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР);
- минимально допустимой температуры в БТ (ниже плюс 5°C);
- состояния вентиляции (включена/отключена);
- несанкционированного доступа в блок;
- пожара в блоке.

5 Дистанционное управление вентиляцией в БТ.

6 Автоматическое управление:

- включение вентиляции при достижении ДВК горючих газов и паров в помещении БТ 10 % НКПР, в случае прихода в норму параметров загазованности (5 % НКПР) – отключение вентиляции;
- включение световой и светозвуковой сигнализации при достижении ДВК горючих газов и паров в помещении БТ 10% и 20% НКПР соответственно;
- отключение всех электропотребителей при достижении ДВК горючих газов и паров в помещении БТ 20% от НКПР;
- отключение отопительно-вентиляционного оборудования при пожаре в помещении БТ.

7 Расчетные функции:

- количества жидкости, нефти и газа, добываемых из нефтяных скважин скважин, с последующим определением дебита скважин;
- массового расхода нефти с суммированием данных;
- массового расхода воды с суммированием данных;
- времени, отработанного скважинами с суммированием и фиксацией данных.

8 Регистрацию и хранение данных не менее одного месяца для:

- массового и объемного расхода жидкости;
- массового расхода нефти;
- массового расхода воды;
- объемного расхода газа;
- плотности жидкости.

2.2 Нагнетательная и добывающая скважина

На этапе отработки на нефть выкидные линии скважин подключаются к выкидному трубопроводу ближайшей добывающей скважины. При измерении дебита каждая нагнетательная скважина подсоединяется к измерительному коллектору, подключенному к ИУ.

При переводе нагнетательных скважин в систему ППД выкидные трубопроводы отсоединяются от трубопроводов добывающих скважин, измерительного коллектора с установкой заглушек и присоединяются к блоку гребенки. Измерительный коллектор и отсоединенные трубопроводы опорожняются и консервируются путем заполнения их незамерзающей и неагрессивной к металлу труб жидкостью [2].

Для добывающих, нагнетательных (в период отработки на нефть) скважин, оснащенных станцией управления (СУ) погружным электродвигателем (ПЭД) предусматривается:

1. Местное и дистанционное измерение:
 - линейного давления;
 - буферного давления;
 - затрубного давления;
2. Дистанционная сигнализация минимального и максимального допустимого значения линейного давления;
3. Контроль состояния, местное и дистанционное управление ПЭД.

Станция управления ПЭД обеспечивает необходимый контроль за работой электродвигателя ЭЦН, а также выполняет автоматические защиты при отклонении режимных параметров.

2.3 Емкость дренажная (ЕД)

Объем дренажных емкостей принят исходя из объема дренируемой жидкости от трубопроводной эстакады и оборудования кустовой площадки.

Каждая емкость оснащена:

- люком-лазом, на котором размещен погружной подогреватель (1 шт.);
- люком для размещения полупогружного насоса (1 шт.);
- предохранителем огневым (на линии дыхания);
- патрубками для приема/откачки жидкости, пропарки для подключения передвижной парообразующей установки;
- штуцерами для установки приборов КИПиА;
- электронасосным агрегатом;
- погружным электрическим подогревателем.

Для подземной емкости ЕД системой автоматизации предусмотрено:

1. Местное и дистанционное измерение давления в выкидном трубопроводе насоса;
2. Дистанционное измерение:
 - давления в полости устройства разгрузки;
 - загазованности на площадке емкости;
3. Местная сигнализация:
 - при достижении ДВК горючих газов и паров на площадке емкости 10 % и 20 % от НКПР;
 - максимального допустимого и максимального предельного значений уровня жидкости в емкости;
 - минимального и максимального допустимых значений давления в выкидном трубопроводе насоса;
 - минимального и максимального предельных значений давления в выкидном трубопроводе насоса;

4. Дистанционная сигнализация:

- максимальных допустимого и предельного значений давления в полости устройства разгрузки насоса;
- максимальных допустимого и предельного значений уровня жидкости в емкости;
- минимального и максимального допустимых значений давления в выкидном трубопроводе насоса;
- минимального и максимального предельных значений давления в выкидном трубопроводе насоса;
- при достижении ДВК горючих газов и паров на площадке емкости 10 % и 20 % от НКПР;
- неисправности газосигнализатора;

5. Автоматическое управление:

- отключение насоса при минимальном допустимом значении уровня жидкости в емкости;
- отключение насоса при максимальном предельном значении давления в полости устройства разгрузки насоса;
- отключение насосного агрегата при сохранении более 120 с максимального или минимального предельного значения давления выкидном трубопроводе насоса;
- отключение насоса при достижении ДВК горючих газов и паров на площадке емкости 20 % от НКПР;

6. Контроль состояния, местное и дистанционное управление насосом [2].

3 Разработка функциональной схемы кустовой площадки

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

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

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

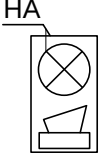
При разработке функциональной схемы автоматизации будем решать следующие задачи:

- задачу получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задачу непосредственного воздействия на ТП для управления им и стабилизации технологических параметров процесса;
- задачу контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

В приложениях Б и В представлены схемы автоматизации добывающей скважины и дренажной емкости кустовой площадки нефтяного месторождения [2].

На функциональных схемах автоматизации введены обозначения и изображения средств КИПиА, представленные в таблице №1.

Таблица №1. Условные обозначения и изображения средств КИПиА

	Датчик температуры с дистанционной передачей данных.
	Датчик давления с дистанционной передачей данных. Контролируемые уставки: максимальное и минимальное допустимые значения
	Сигнализатор уровня с функцией управления. Контролируемые уставки: максимальное допустимое и максимальное предельное значения
	Прибор для измерения загазованности с дистанционной передачей данных.
	Манометр, установленный по месту
	Датчик давления с дистанционной передачей данных
	Сигнализатор световой
	Сигнализатор светозвуковой

Эти схемы имеют вид нескольких уровней: полевой, контроллерный и вычислительный. Полевой уровень представляют первичные датчики, приведенные в таблице №2.

Таблица №2. Перечень полевого оборудования

Номер позиций прибора по схеме	Тип датчика	Количество
PG01, PG02, PG03, PG001	Манометр с трубчатой пружиной WIKA 233.50	4
PT01, PT02, PT03, PT001	Датчик избыточного давления Метран-55 (IP65)	4
LGT 001	Магнитострикционный уровнемер АТ100	1
TT 001	Термопреобразователь сопротивления с унифицированным выходным сигналом ТСПУ Метран-276 (IP65)	1
QT 04, QT 001/A...C	Газоанализатор	4

4 Разработка схемы соединения внешних проводок

Схема внешних проводок добывающей скважины и дренажной емкости приведены в приложениях Г и Д. В данных приборах сигнал преобразуется в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

В качестве кабеля выбран кабель марки КВВГ и ВВГ. Кабель КВВГ – это кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от минус 50°С до + 50°С. Медные проводящие жилы выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в металлическом рукаве.

Кабель ВВГ – это силовой кабель с медными токопроводящими жилами, который используется для передачи электроэнергии в различных неподвижных установках и конструкциях. ВВГ состоит, как правило, из 1-5 жил, которые имеют круглую форму. Кабель ВВГ предназначен для передачи и распределения электрической энергии на номинальное переменное напряжение 0,66 и 1 кВ с частотой до 50 Гц.

5 Принципы построения устройств телемеханики ТУ, ТС, ТИ

Общие сведения

Телемеханика - область науки и техники, предметом которой является разработка методов и технических средств передачи и приёма информации (сигналов) с целью управления и контроля на расстоянии. Телемеханика отличается от др. областей науки и техники, связанных с передачей информации на расстояние (телефония, телеграфия, телевидение и др.), рядом специфических особенностей, важнейшие из которых — необходимость высокой точности передачи измеряемых величин (до 0,1%); недопустимость большого запаздывания сигналов; высокая надёжность передачи команд управления, высокая степень автоматизации процессов сбора и использования информации, централизованность переработки информации. Указанные особенности обусловлены спецификой задач, решаемых телемеханикой. Как правило, телемеханизация применяется тогда, когда необходимо и целесообразно объединить разобщённые или территориально рассредоточенные объекты управления в единый производственный комплекс (например, при управлении газо- и нефтепроводом, энергосистемой, сетью метеостанций) либо когда присутствие человека на объекте управления нежелательно (вследствие того, что работа на объекте сопряжена с риском для здоровья — например, в атомной промышленности, на некоторых химических предприятиях) или невозможно (из-за недоступности объекта управления).

Телемеханические устройства подразделяют на устройства телеуправления (ТУ) и телеконтроля (ТК); последние в свою очередь делят на устройства телесигнализации (ТС) и телеизмерения (ТИ).

Устройства телеуправления служат для управления на расстоянии отдельными объектами, оборудованием или целыми производственными комплексами. Устройствами телеуправления наиболее часто осуществляется

передача двухпозиционных команд "Включить - отключить", "Больше - меньше", однако могут передаваться также трехпозиционные ("Включить на подъем", "Включить на спуск", "Отключить") и многопозиционные команды различных видов.

Устройства телесигнализации осуществляют на расстоянии контроль за состоянием или положением управляемых или контролируемых объектов. Устройствами ТС в основном также передается двоичная информация типа "Включено-отключено".

Устройства телеизмерения предназначены для контроля на расстоянии за параметрами различных физических величин: температурой, давлением, уровнем жидкости, величинами напряжения и тока и др.

В последние годы появились устройства, с помощью которых осуществляется передача на расстояние цифровой и другой информации о работе отдельных производственных участков и комплексов для использования ее в вычислительных или управляющих машинах. Такие устройства называют системами передачи данных (СПД). В них используются методы преобразования и передачи информации, аналогичные используемым в различных системах телемеханики.

Управление телемеханизированными объектами обычно осуществляется из центрального (диспетчерского) пункта ДП оператором или диспетчером. Здесь же на диспетчерском пункте находится приемо-передающая аппаратура телемеханики (диспетчерский полукомплект). Другие полукомплекты аппаратуры размещаются непосредственно у управляемых или контролируемых объектов (полукомплекты контролируемых пунктов КП). Связь между аппаратурой диспетчерского и контролируемого пунктов осуществляется с помощью канала связи.

Обычно из одного диспетчерского пункта осуществляется контроль за объектами нескольких КП и управление ими. Управляемые или

контролируемые объекты территориально размещены либо в одном месте (пункте) - сосредоточенные объекты (Рисунок 1а), либо разбросаны по одному или небольшим группам (2-3) на сравнительно больших расстояниях друг от друга - рассредоточенные объекты (Рисунок 1б).

При сосредоточенных объектах на всю группу объектов устанавливается общий полукомплект КП, связь которого с объектами осуществляется с помощью местных систем дистанционного управления или просто кабелем. При рассредоточенных объектах около каждого из них (или небольшой группы) устанавливается свой полукомплект аппаратуры.

Примером сосредоточенных объектов является оборудование электрических станций и распределительных подстанций электроэнергетических систем, тяговых подстанций и постов секционирования электрифицированных железных дорог и др. Пример рассредоточенных объектов - объекты нефте- и газопроводов, разъединители контактной сети на электрифицированных железных дорогах и др.

Телемеханическая система (для сосредоточенных объектов) включает в себя устройства ТУ, ТС, ТИ (Рисунок 2, Приложение Е). Диспетчерский полукомплект в самом общем виде содержит пульт управления ПУ (с ключами управления или кнопками), кодирующее устройство КУ, блок разделения элементов сигнала РЭС и передающую аппаратуру канала связи (или линейные узлы). Полукомплект ТУ контролируемого пункта включает в себя приемную аппаратуру (Пр) канала связи, блок разделения элементов сигнала, декодирующее устройство ДКУ, выходные ВУ или исполнительные узлы, объекты управления. Устройства ТС (ТИ) содержат датчики ДТС (ДТИ), кодирующее устройство, блок разделения и передающую аппаратуру канала связи, общие или отдельные для ТС и ТИ. В диспетчерский полукомплект ТС (ТИ) входят приемная аппаратура канала связи, блок разделения, декодирующее устройство, устройства отображения информации УОИ (сигнальные 'табло, лампочки, приборы измерения). Приборы

отображения размещаются обычно на диспетчерском щите. Управляет контролируемыми объектами и обрабатывает получаемую с них информацию диспетчер (оператор) [4].

Система может быть замкнутой, когда имеются устройства ТУ и ТК, либо разомкнутой, когда используется только устройство телеконтроля. В редких случаях система может содержать только ТУ - обычно в тех случаях, когда за управляемыми объектами можно наблюдать визуально: например, управление положением стрелы подъемного крана.

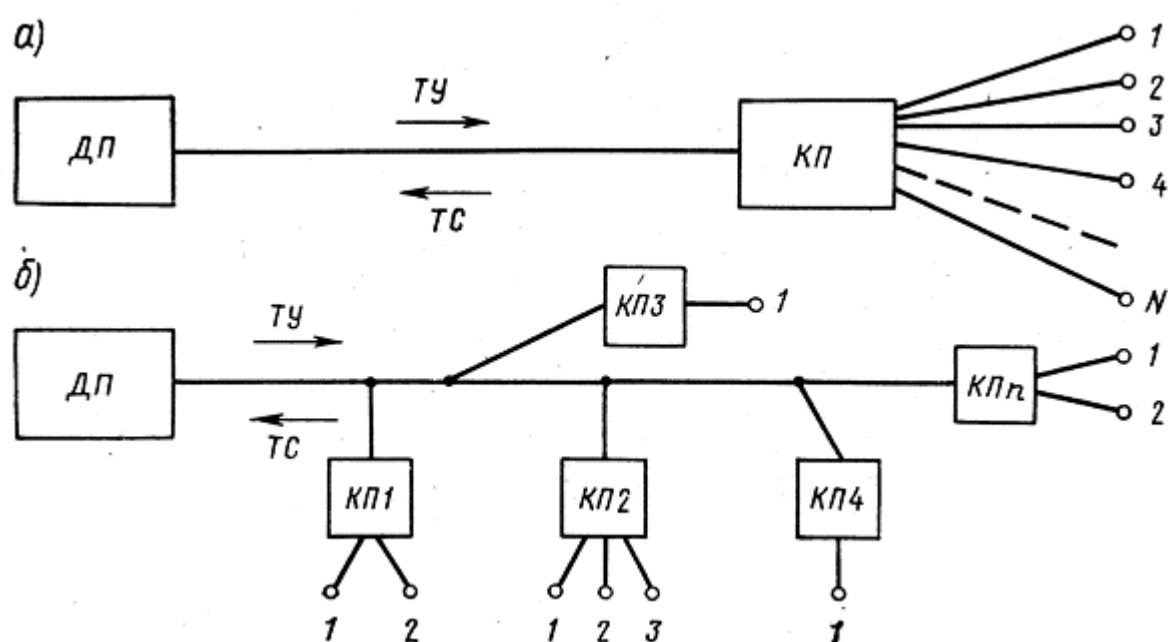


Рисунок 1. Территориальное распределение объектов ТМ
сосредоточенных (а) и рассредоточенных (б)

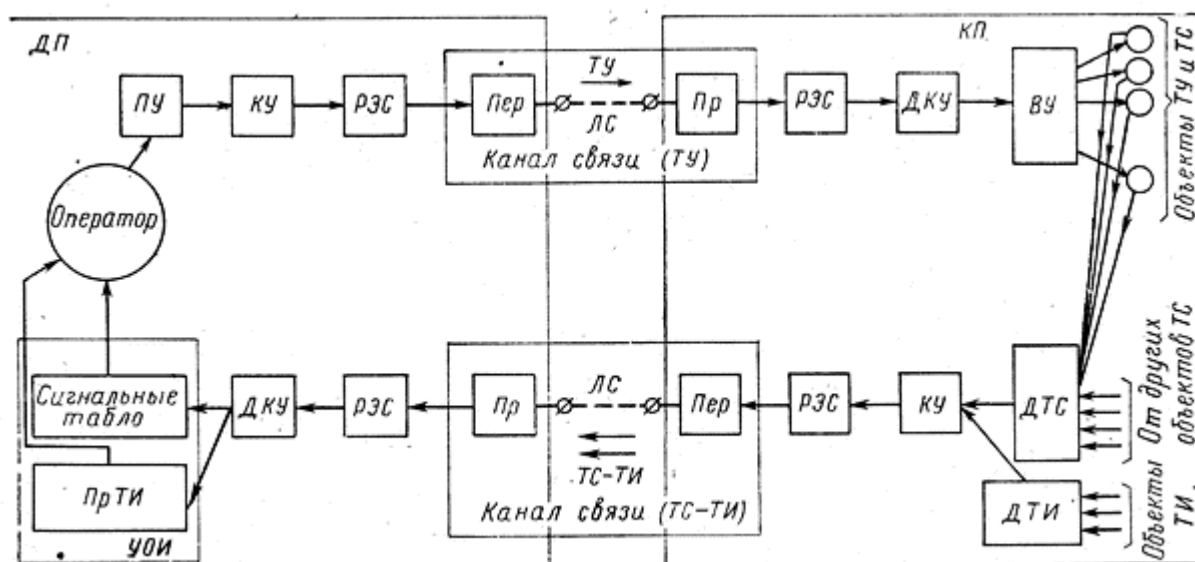


Рисунок 2. Структурная схема телемеханической системы для
сосредоточенных объектов

Системы телеуправления подразделяют: по целевому назначению, по территориальному распределению управляемых и контролируемых объектов, по методу кодообразования (метод избирания), по способу разделения элементов сигнала, по виду используемого импульсного признака и др. По целевому назначению могут быть системы ТУ - ТС для электроэнергетики, железнодорожного транспорта, нефтепроводов, ирригации и др. По территориальному размещению управляемых и контролируемых объектов различают системы для сосредоточенных, рассредоточенных или группами рассредоточенных объектов. По методу кодообразования системы могут быть с прямым и кодовым (комбинационным) избиранием, а также с групповым избиранием - промежуточное между прямым и кодовым. По способу разделения элементов сигнала системы делят на частотные и временные (распределительные). Различают также системы по способам передачи сигналов: циркулярные (в которых возможна одновременная передача нескольких сообщений) и нециркулярные (при одной передаче передается одно сообщение или команда), системы непрерывного действия и спорадические (устройство автоматически включается и осуществляет передачу в момент возникновения сообщения, а затем вновь отключается). Подразделяют системы и по виду используемых импульсных признаков (с частотным, временным, амплитудным и др. [4,5].

6 Основные задачи связи

Основные функции и общие требования описываются стандартом ГОСТ Р МЭК 870-6-1. Эти требования связаны с системой телемеханики и функциями разработчика, а так же с их управлением. Они включают:

- Систему запуска и реакцию на повреждения компьютера;
- Обслуживания базы данных: коррекция, доступ, защита, синхронизация распределенных баз данных;
- Интерфейс оператора;
- Стандартизацию программ разработчика с которыми имеется взаимодействие;
- Снабжение данных временными признаками;
- Способы инициализации передачи данных;

Процессы имеют так же общие функциональные требования, не специфичные для телемеханики.

6.1 Сквозная готовность (доступность)

Одна из важных характеристик – это высокая готовность (доступность) пути связи между потенциально могущими быть связанными системами. Система связи должна иметь достаточную избыточность, чтобы иметь возможность обеспечить пути связи даже в случае любого единичного повреждения оборудования, линии связи или промежуточной системы.

Среди способов, гарантирующих необходимый уровень готовности (доступности), имеются следующие возможности:

- Ячеистые сети с коммутацией пакетов (X.25);
- Многоканальные процедуры ИСО;
- Множество точек доступа к сети передачи для одной оконченной системы.

6.2 Управление потоком

Система связи должна предусматривать механизмы управления потоком, чтобы предотвратить перегрузку сети передачи. Механизм должен быть явным, в частности он должен быть отделен от процедуры опознания.

6.3 Достоверность данных, контроль ошибок

Система связи должна предусматривать средства защиты от необнаруженных ошибок, потери и/или повторения (дублирования) сообщений в случаях:

- Ошибок, вызванных помехами;
- Повреждения канала связи;
- Повреждения аппаратуры;

Механизмы обнаружения ошибки в сообщении расположены на 2-м и 4-м уровнях модели OSI. Должны быть предусмотрены так же механизмы повторения сообщений в случае высоких требований к надежности сообщений. Другие методы, такие как использование отдельных сообщений «Выбор и Исполнение», проверка, основанная на критериях когерентности процессов, и т.п. зависят от процессов разработчика.

6.4 Приоритет

Внутри данной функции или между различными функциями пользователя существует понятие относительной важности данных в смысле критичности доставки их в определенное время с заданной задержкой, чтобы гарантировать правильную работу функции пользователя. Например, аналоговые данные, используемые в функциях управления в замкнутой петле. Классический метод решения задачи – понятие приоритетности сообщений.

Понятие приоритетности сообщения внутри модели OSI и в соответствующих стандартах существует в двух видах:

- В зависимости от сообщения;
- В зависимости от соединения;

Понятие срочных данных на транспортном и сетевом уровнях предусматривает установление приоритета для ускорения передачи случайных срочных данных.

Приоритеты, однако, подчиняются строгим и ограничивающим правилам их использования. Они не рассчитаны на использование при постоянной (длительной) передаче данных.

Любая обработка приоритета сообщения, выходящая за пределы этих механизмов, должна обеспечиваться или в подсети или в самом процессе.

6.5 Управление сетью

Так же должны предусматриваться средства для управления и контроля за состоянием различных элементов системы связи.

Внутри каждой целостной и промежуточных систем должна быть возможность управления рабочими параметрами и параметрами состояния таких систем. Разработчик должен предусмотреть возможность связываться с функцией управления, чтобы получить эксплуатационную информацию и управлять работой системы связи. Такая возможность включает непосредственный контроль и управление функциями на каждом уровне OSI.

6.6 Защита данных

Механизм защиты данных необходим для уменьшения риска несанкционированного доступа при передаче коммерческих или важных технологических данных, а также несанкционированного ввода сообщений в сеть.

6.7 Основные функциональные требования телемеханики

К основным функциям связи, таким как инициализация передачи данных, преобразование данных и управление временем существования данных, предъявляются жесткие регламентируемые требования.

Существенным требованием систем SCADA является передача короткими сообщениями и группами сообщений с жесткими временными требованиями и требованиями достоверности. Рассмотренные ниже методы передачи данных FG1 – FG6 могут быть использованы для различных типов данных. Данные обычно передаются спорадически, периодически или по запросу [5].

FG1 Спорадическая передача данных

Передача данных инициируется процессом разработчика при возникновении событий или изменений данных. Данные имеют обычно небольшую длину и различный приоритет. Предусматриваются два различных приоритета – нормальный и ускоренный. Ускоренные данные обходят нормальные данные в буферах передачи и не подлежат контролю потока.

Типичными спорадическими данными являются команды, величины уставки, аварийные сигналы, телесигналы и измерения.

В зависимости от активности процесса эти данные могут быть очень кучными и в результате лавинообразными.

FG2 Блочная спорадическая передача данных

Передача аналогична FG1, за исключением того, что инициирующий процесс пользователя после возникновения события или изменения данных ожидает (обычно меньше 10 с) получения дополнительных спорадических данных. Данные могут быть любого типа. Собранные данные объединяются процессом пользователя в блоки, чтобы обеспечить более эффективную и однозначную передачу данных в случае пакетов данных или лавин.

Объединение в блоки может быть различным по времени сбора и количеству данных.

FG3 Циклическая передача данных

Циклическая передача данных без интервалов между периодами не рекомендуется, во избежание перегрузки сети передачи. Перегрузка может вызвать чрезмерное запаздывание передачи.

FG4 Периодическая передача данных

Передача данных инициируется процессом пользователя периодически с постоянным периодическим интервалом. В каждый период передается те же самые данные независимо от того, изменились они или нет.

Обычно периодическими данными являются измерения и показания счетчиков. Есть возможность отмечать период передачи данных временной отметкой или номером периода.

FG5 Спорадическая передача данных в периодических интервалах

Передача данных инициируется процессом пользователя периодически с постоянным периодическим интервалом, как указано для FG4, но передаются не все данные, только спорадические. Это позволяет более эффективно использовать ресурсы связи.

Типичными спорадически-периодическими данными являются измеряемые величины

FG6 Запрос данных

Передача данных инициируется одним процессом пользователя с помощью запроса к соответствующему другому процессу. Запрос может управляться событием, например вводимым вручную или периодическому графику. График определяется подсистемой связи или процессом пользователя. [5].

7 Повышение быстродействия передачи данных

Одной из проблем, возникающих в системах телемеханики, является недостаточное быстродействие передачи данных, возникновение коллизий и большая загруженность канала. Пакеты информации могут значительно задерживаться по времени в ожидании освобождения принимающего канала. Либо несколько вышек могут начать транслировать данные одновременно, что ведет к возникновению коллизий.

Для решения вышеописанных проблем в одной из своих статей автор[6] предлагает использовать блочно спорадический прием передачи данных(FG2).Он подробно рассматривает условия применения и способы реализации это режима, на основе определенного протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 (рисунок 3).Так сообщения прикладного уровня (APDU - application protocol data unit) формируются в соответствии со стандартизованными структурами. Согласно данному протоколу APDU состоят из блока данных прикладного уровня (ASDU – application service data units) переменной длины и управляющей информации прикладного уровня (APCI, 6 байт). Для задания начала и конца ASDU каждый заголовок APCI включает следующие элементы: стартовый символ «68H», указание длины ASDU и поля управления. Передаются как полные APDU, так и только APCI (служебная информация).

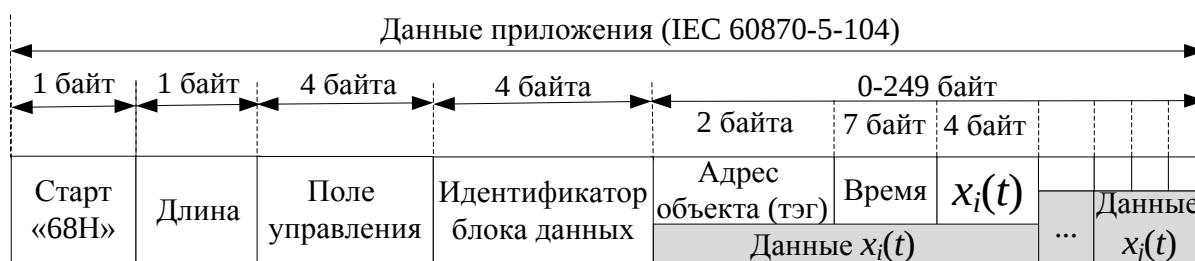


Рисунок 3. Структура блока данных прикладного уровня
(МЭК 60870-5-104)

Когда программа контроллера (приложение) формирует блок или несколько блоков технологических данных одновременно, то они

«проходят» далее по стеку протоколов, пока не будут переданы в виде множества бит по каналу связи. Каждый уровень дополняет собственные идентификаторы (заголовки) к данным. На рисунке 4 изображена инкапсуляция одного APDU. Данный процесс называется инкапсуляцией данных [6].

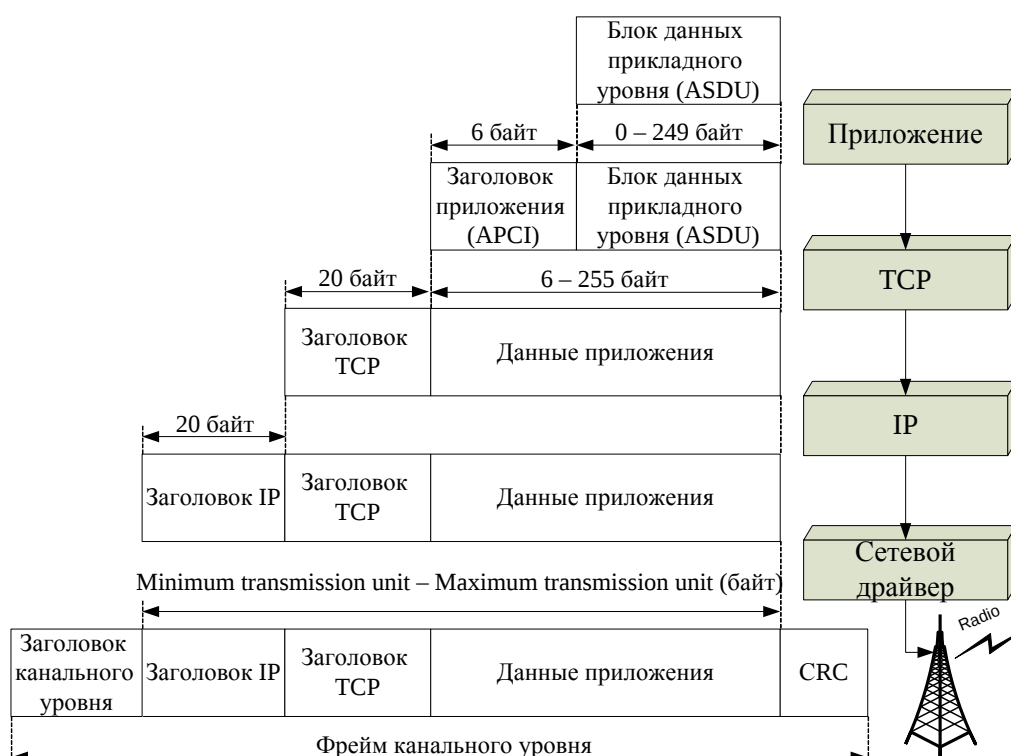


Рисунок 4. Инкапсуляция данных на канальном уровне

Для TCP/IP процедура инкапсуляции определена в так называемых требованиях RFC (Request for Comment). В зависимости от типа инкапсуляции определяются размеры заголовка канального уровня и поля контрольной суммы (CRC) в соответствии с применяемым протоколом сетевого оборудования. Поле CRC контролирует возникновение ошибок при передаче фрейма данных. Например, для стандарта IEEE 802.3 и Ethernet требуется, чтобы размер данных (Minimum transmission unit) был хотя бы 38 байт и 46 байт соответственно. Это условие требует реализации процедуры заполнения блока данных дополнительными битами для обеспечения соответствия длины фрейма минимальному значению.

8 Описание идеи применения блочной спорадической передачи данных

Основной особенностью кустовых площадок нефтедобычи является их территориальная разрозненность между отдельными элементами и диспетчерским пунктом. С целью сокращения издержек на реализацию передачи производственных данных для возможности удаленного диспетчерского управления технологическими процессами достаточно эффективным решением является применение систем радиосвязи. Среди методов обеспечения множественного доступа выделяют статические, случайные и комбинированные [7]. Наиболее высокой эффективностью потенциально обладают протоколы случайного множественного доступа, что обусловлено использованием ресурса канала только при необходимости и в соответствии с потребностями. Спорадический режим характерен тем, что для каждого контролируемого сигнала телеизмерения устанавливается порог чувствительности к изменениям значения его величины относительно предыдущего замера – апертура (Δ). На данный момент не существует единого подхода к определению величины апертуры телеизмерений. При установлении апертуры должны приниматься во внимание расчетные возможности каналов связи с одной стороны и требования к точности передачи данных с другой. С учетом разных требований к точности визуализации данных на мониторе диспетчера ($s_b(x_i)$) и к точности сохранения в базе данных ($s_{бд}(x_i)$), а также использование метки времени при формировании блока данных в работе [6] было предложено использование блочной спорадической передачи информации на основе двух уровней апертуры.

Апертурой первого уровня $\Delta_1(x_i)$ измеряемого параметра $x_i(t)$ называется абсолютное или относительное значение порога чувствительности параметра $x_i(t)$ к изменениям значения его текущей величины $x_i(t_{\text{тек}})$ относительно последнего отправленного значения $x_i(t_0)$, $t_{\text{тек}} > t_0$, при достижении которого необходима спорадическая передача $x_i(t_{\text{тек}})$ на диспетчерский

уровень без возможности отложенной отправки (т.е. при $t > t_{\text{тек}}$), причем $s_{\text{в}}(x_i) \leq \Delta_1(x_i) \leq \delta(x_i)$.

Апертурой второго уровня $\Delta_2(x_i)$ измеряемого параметра $x_i(t)$ называется абсолютное или относительное значение порога чувствительности параметра $x_i(t)$ к изменениям значения его текущей величины $x_i(t_{\text{тек}})$ относительно последнего из значений: отправленного значения $x_i(t_0)$ или добавленного в блок данных с возможностью отложенной отправки $x_i(t_6)$, $t_{\text{тек}} > \max(t_0, t_6)$, при достижении которого необходимо добавление $x_i(t_{\text{тек}})$ в блок данных с возможностью отложенной отправки (т.е. при $t > t_{\text{тек}}$), причем $s_{\text{бд}}(x_i) \leq \Delta_2(x_i) \leq \delta(x_i)$.

На основании значений апертур должен быть сформирован блок данных прикладного уровня для отправки на диспетчерский уровень для архивирования и визуализации параметров. Блоки данных прикладного уровня передаются на транспортный уровень для инкапсуляции и дальнейшей отправки. Инкапсуляция увеличивает формирующийся пакет данных дополнительными заголовками, что определяет целесообразность формирования как можно более длинного “сообщения”. В этом и заключается смысл блочной передачи данных – накопление данных (при достижении апертуры второго уровня) до тех пор, пока не заполнится весь блок или не произойдет событие, требующее срочной отправки сообщения (например, при достижении апертуры первого уровня).

Для реализации блочной спорадической передачи данных в работе [6] был описан алгоритм формирования блоков данных прикладного уровня. Наиболее важными параметрами, влияющим на основные показатели работы алгоритма (достоверность передачи данных, объем передаваемой информации) являются значения апертур телеизмерений. При этом существенным ограничением выполнения алгоритма является быстродействие вычислительного устройства – контроллера.

9 Разработка модели на основе применения блочной спорадической передачи данных

Для реализации идеи применения спорадической передачи данных на кустовой площадке была разработана имитационная модель в программном пакете Matlab (Рисунок 5). Полная схема модели отражена в Приложениях Ж, З.

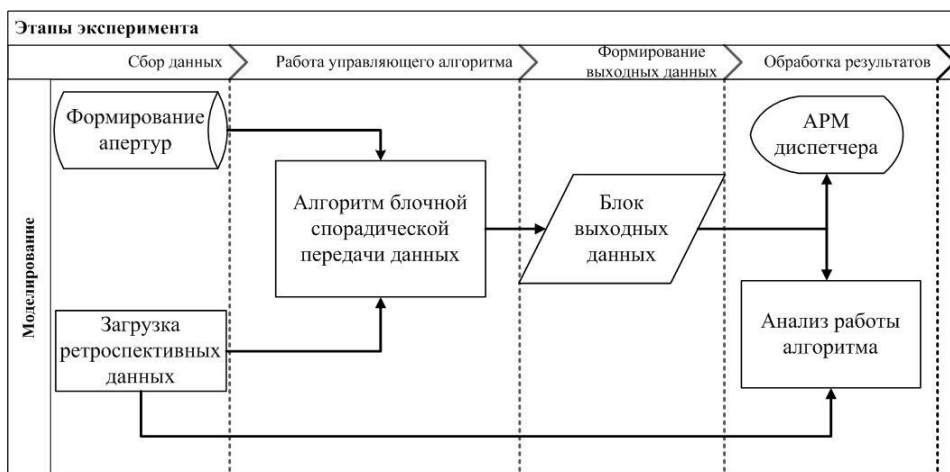


Рисунок 5. Экспериментальная модель оценки работы алгоритма

Описание работы

На вход алгоритма, реализованного в программной среде Stateflow, подаются ретроспективные данные нефтедобывающего предприятия (22 типовых сигнала телеизмерений). Модель программы последовательно для каждого параметра оценивает динамику их изменений и сравнивает эти значения с величинами апертур, соответственно заданных для каждого параметра. Затем, в зависимости от динамики изменений, алгоритм формирует блок данных. В массив данных блока записываются: тэг параметра, текущее значение параметра и метка времени измерения. На этапе обработки результатов для каждого из параметров формируется двухмерный массив. В первом столбце указывается время, когда параметр превысил апертуру, а во втором соответственно сама величина в этот момент времени. Затем по полученным данным с помощью аппроксимации (с периодом 0,001 с) формируется тренд, который будет видеть диспетчер у себя на экране.

Для оценки достоверности передаваемой информации были проанализированы величины относительных и абсолютных погрешностей измерений по формулам:

$$1) \sigma_{от} = \frac{\sum_0^n \frac{(x_n - x)}{x}}{n} * 100\%;$$

$$2) \sigma_{аб} = \frac{\sum_0^n (x_n - x)}{n};$$

где: $\sigma_{от}$ – относительная погрешность, $\sigma_{аб}$ – абсолютная погрешность, x_n – массив выходных значений параметра, x – массив входных значений параметра, n – количество анализируемых точек.

Для снижения вычислительной нагрузки эксперимента при исследовании погрешности сравнивались значения массивов с периодом 0,01 с, поэтому $n = \frac{m}{100}$, где m – количество элементов интерполированного массива x_n .

Помимо наблюдения за влиянием апертур на значения погрешности передачи данных, также исследовалась зависимость от показателя быстродействия вычислительного устройства – количества операций, выполняемых за модельное время. За модельное время принята стандартная единица времени – 1 секунда.

Анализ экспериментальных данных показал, что при низких вычислительных ресурсах либо большой сложности прикладных программ контроллера для измеряемых величин с высокой динамикой, например, для напряжения электродвигателя, погрешность передачи остается достаточно высокой независимо от изменения значений апертур. Так при возможности выполнения процессором лишь 100 операций/с алгоритма формирования блока данных погрешность составляет более 0,5 % (2 В). Это объясняется тем, что процессор не успевает обрабатывать изменения контролируемой величины в пределах установленных апертур.

С увеличением частоты выполнения алгоритма растет объем передающихся значений измерений, погрешность передачи данных снижается, а основное влияние на эти величины начинают оказывать размеры апертур. При повышении частоты выполнения алгоритма до некоторого значения данная величина уже почти не влияет на показатели процесса передачи данных (с учетом ограниченных «снизу» значений апертур). Для медленно меняющихся параметров измерений (например, температуры нефти) эта величина для рассматриваемой модели составляет меньшие значения (порядка 10000 операций/с) по сравнению с параметрами, обладающими высокой динамикой (на 1-2 порядка выше). Также данная величина пропорционально зависит от общего количества телеизмерений и от общей доли параметров с высокой динамикой.

При достаточном вычислительном ресурсе контроллера аналитическое выражение зависимости количества передаваемых данных от величин апертур приведено в работе [7]. Необходимо отметить, что в этом случае уменьшение значений апертур второго уровня до нижних границ ($s_{бд}(x_i)$) существенно снижает погрешность передачи данных (порядка 0,01 % и менее). Однако это возможно только при достаточной реальной пропускной способности канала связи, т.к. снижение величины апертур приводит к повышению загрузки сети.

Таблица №3. Анализ полученных данных

Параметр	Апертура 1	Апертура 2	Частота процессора	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность	Количество точек
Напряжение	0,5	0,25	0,01	1,99	0,51	697
Напряжение	0,5	0,25	0,004	0,64	0,16	1601
Ток	0,5	0,25	0,01	0,18	0,042	677
Ток	0,5	0,25	0,004	0,11	0,025	1547
Давление	0,005	0,001	0,01	0,000494	0,0039	11
Давление	0,005	0,001	0,0005	0,0000583	0,000458	42
Температура	0,05	0,025	0,006	0,0118	0,037	69
Температура	0,05	0,025	0,001	0,011	0,034	105

10 Реализация разработанного алгоритма под измерительную платформу Compact RIO 9074

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

Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций. В связи с тем, что у разработчика была возможность работы с новой технологической платформой, которая заточена под решения новых тяжелых исследовательских целей, был предложен вариант применения CompactRIO – 9074 фирмы National Instruments, как средство обработки и контроля всей информацией, получаемой от средств измерения.

CompactRIO – встраиваемая контрольно-измерительная система, основой которой является технология реконфигурируемого ввода/вывода информации. Платформа CompactRIO состоит из шасси с встроенной ПЛИС, контроллера реального времени и модулей ввода/вывода.

Все контроллеры CompactRIO имеют следующие характеристики:

Ввод/вывод сигналов:

- Прямое подключение любых датчиков;
- Более 50 модулей ввода/вывода (температура, тензоизмерения, вибрация, аналоговый и цифровой ввод/вывод, управление приводами, промышленные протоколы передачи данных, ввод/вывод по напряжению и току);
- Подключение модулей на лету;

Встроенная ПЛИС:

- Реконфигурируемость встраиваемых приложений;
- Параллельная обработка данных на частоте от 40 МГц;

- Аппаратная реализация сложных алгоритмов управления и цифровой обработки сигналов;

Надежный корпус:

- Диапазон рабочих температур: от -40 °С до +70 °С;
- Изоляция по напряжению до 2300 В;
- Ударные нагрузки до 50 g;

Контроллер реального времени:

- Детерминированное во времени исполнение программного кода;
- Комплексная обработка и анализ данных в реальном времени;
- Низкое электропотребление – Потребляемая мощность до 17 Вт;

Распределенный мониторинг:

- Создание распределенных систем измерений;
- Поддержка Ethernet, WiFi, USB, RS-232, RS-485, GPS, GPRS, GSM и др.;
- Пользовательский интерфейс для удаленного управления;
- Встроенные Веб/файловые серверы;

Для проекта был выбран CompactRIO-9074 и несколько встраиваемых модулей с характеристиками:

CompactRIO-9074:



Рисунок 6. Внешний вид контроллера

- Динамическая ОЗУ – 128 МБ;
- Энергонезависимая внутренняя память – 256 МБ;
- Размер ПЛИС – 2 МЛН.;
- Тактовая частота – 400 МГц;
- Диапазон рабочих температур – от -20 до 55°C;

Модуль аналогового ввода

NI 9203:

- Ток – ± 20 мА;
- Разрядность – 16 бит;
- Каналов – 8 шт.;
- Максимальная частота оцифровки – 800 кГц;

Модуль цифрового ввода

NI 9423:

- 24 В логика, 4 канала;
- Защита – 35 В;
- Длительность обрабатываемых сигналов – 1 мкс;

Модуль аналогового вывода

NI 9265:

- Формирует ток от 0 до 20 мА;
- Разрядность – 16 бит;
- Максимальная частота оцифровки – 100 кГц;
- Одновременный вывод;
- Определение разрыва цепи;

Приоритет был выбран в сторону контроллера CompactRIO-9074 т.к. это более новая модель, имеет лучшие технические характеристики. По цене обе модели имеют примерно равную стоимость, но самое главное CompactRIO имеет особенную программную часть – объектно-ориентированное программирование. Этот критерий стал определяющим.

11 Принцип работы модуля аналогового ввода

Алгоритмический модуль выполняет последовательную циклическую обработку аналоговых сигналов, поступающих в ПЛК от датчиков технологических параметров (уровня), передаваемых в ПЛК на унифицированный аналоговый ввод.

Для каждого параметра алгоритм выполняет следующие функции:

- фильтрация измеряемого значения;
- пересчет измеряемого значения в инженерные единицы измерения;
- контроль достоверности параметра;
- контроль скорости изменения параметра;
- обработка параметра в различных режимах;
- контроль предельных значений параметра;
- формирование сигналов для отображения, оперативных сообщений и управляющих сигналов.

11.1 Фильтрация измеряемого значения

Фильтрация и сглаживание измеряемых значений предусмотрены в алгоритме первичной обработки информации, реализованном в программном обеспечении модулей аналогового ввода.

11.2 Графическое описание алгоритмов анализа аналогового сигнала:

Графическое описание представлено в Приложениях И, К.

11.3 Пересчет измеряемого значения

Пересчет значения параметра из единицы измерения датчика в инженерную единицу измерения выполняется по формуле:

$$\text{Знач1} = \text{ВПИ} - \frac{(\text{ВПД} - \text{АС1})(\text{ВПИ} - \text{НПИ})}{\text{ВПД} - \text{НПД}}; \text{ где:}$$

Знач1 – значение параметра (в инженерных единицах измерения);

АС.1 – измеренное значение параметра (в единицах измерения датчика);

ВПИ – верхний предел измерения (в инженерных единицах измерения);

НПИ – нижний предел измерения (в инженерных единицах измерения);

ВПД – верхний предел измерения (в единицах измерения датчика);

НПД – нижний предел измерения (в единицах измерения датчика).

Контроль параметра в различных режимах, установка статуса

11.4 Существует три режима обработки параметра:

- режим обработки реального значения;
- режим маскирования;
- режим имитации.

Режимы обработки являются взаимоисключающими и устанавливаются с инженерной станции для проведения настройки и испытания Системы. Заданный режим определяет один из четырех возможных статусов (состояний) параметра:

- достоверное значение;
- недостоверное значение;
- маскирование;
- имитация.

В режиме имитации реальный сигнал не контролируется; выходному сигналу присваивается значение в инженерных единицах измерения, заданное оператором. Значение параметра всегда считается достоверным.

В режиме маскирования алгоритмом формируется реальное текущее значение параметра после фильтрации и пересчета. Сигналы о причинах недостоверности параметра контролируются, но являются справочной информацией (на статус не влияют, т.е. маскирование имеет более высокий приоритет).

В режиме обработки реального значения алгоритмом формируется текущее измеренное значение параметра (после фильтрации и пересчета). В данном режиме контролируется достоверность параметра по следующим признакам:

- выход за нижний предел измерения (диагностируется как обрыв в канале измерения);
- выход за верхний предел измерения (диагностируется как короткое замыкание в канале измерения);
- максимально допустимая скорость изменения значения параметра при нарастании или уменьшении значения;
- неисправность модуля ввода аналоговых параметров (в том случае, если система программирования применяемого ПЛК позволяет получить данную информацию);
- неисправность датчика.

При отсутствии информации о недостоверности параметра выходному сигналу «ЗНАЧ» присваивается реальное значение.

При наличии хотя бы одного из вышеперечисленных признаков недостоверности устанавливается статус «Недостоверное значение». Статус недостоверности может быть сброшен следующими способами:

- деблокировка по команде с инженерной станции;
- автоматический сброс при исчезновении причины недоверности (если автоматический сброс предусмотрен, т.е. АВТ_СБР_НЕДОСТ=1);
- при установке режима имитации или маскирования (независимо от состояния входа АВТ_СБР_НЕДОСТ).

11.5 Контроль предельных значений

В режиме маскирования или при недоверности параметра контроль предельных значений не производится, все сигналы о достижении предельных значений обнуляются.

В режиме имитации или в режиме обработки достоверного значения контроль предельных значений осуществляется на основе уставок, заданных с инженерной станции. Значения уставок сравниваются с текущим значением. В общем случае контролируются четыре предельных значения измеряемого параметра (перечислены в порядке возрастания значения):

- минимальное первое значение;
- минимальное второе значение;
- максимальное первое значение;
- максимальное второе значение.

При достижении предельного значения устанавливается соответствующий флаг для отображения на инженерной станции, формируются оперативное сообщение и управляющий сигнал для внешнего алгоритма. Сброс флагов предельных значений производится с учетом гистерезиса.

Уставки предельных значений задаются в инженерных единицах измерения через карту уставок на инженерной станции. Значения уставок необходимо уточнить на этапе ввода в действие Системы.

Флаг «Значение в пределах нормы» устанавливается при отсутствии всех флагов предельных значений.

12 Разработка алгоритмов управления с помощью LabVIEW

LabView – Это среда разработки и исполнения приложений, предназначенная для исследователей - ученых и инженеров, для которых программирование является лишь частью работы. LabVIEW функционирует на компьютерах, работающих под управлением всех распространенных операционных систем: Windows, MacOS, Linux, Solaris и HP-UX.

Мощный графический язык программирования LabVIEW позволяет в сотни раз увеличить производительность труда. Создание законченного приложения с помощью обычных языков программирования может отнять очень много времени -недели или месяцы, тогда как с LabVIEW требуется лишь несколько часов, поскольку пакет специально разработан для программирования различных измерений, анализа данных и оформления результатов. Так как LabVIEW имеет гибкий графический интерфейс и прост для программирования, он также отлично подходит для моделирования процессов, презентации идей, создания приложений общего характера и просто для обучения современному программированию.

Измерительная система, созданная в LabVIEW, имеет большую гибкость по сравнению со стандартным лабораторным прибором, потому что она использует многообразие возможностей современного программного обеспечения. И именно разработчик, а не изготовитель оборудования, определяет функциональность создаваемого прибора. С помощью LabVIEW допустимо создать необходимый тип виртуального прибора при очень малых затратах по сравнению с обычными инструментами.

LabVIEW создан для облегчения работы по программированию. Для этой цели имеется расширенная библиотека функций и готовых к использованию подпрограмм, которые реализуют большое число типичных задач программирования и тем самым избавляют от рутинной возни с указателями, распределением памяти и прочих неудобств, присущих традиционным языкам программирования. В LabVIEW также содержатся специальные

библиотеки виртуальных приборов для ввода/вывода данных со встраиваемых аппаратных средств (data acquisition - DAQ), для работы с каналом общего пользования (КОП, General Purposes Interface Bus - GPIB), управления устройствами через последовательный порт RS-485, программные компоненты для анализа, представления и сохранения данных, взаимодействия через сети Internet. Библиотека анализа (Analysis) содержит множество полезных функций, включая генерирование сигнала, его обработку, различные фильтры, окна, статистическую обработку, регрессионный анализ, линейную алгебру и арифметику массивов.

Благодаря своей графической природе LabVIEW - это пакет эффективного отображения и представления данных. Выходные данные могут быть показаны в любой форме. Диаграммы, графики стандартного вида, а также оригинальная пользовательская графика (user-definedgraphics) составляют лишь малую часть возможных способов отображения выходных данных.

Программы LabVIEW легко портативны на другие платформы практически ничего не меняя в программе. Приложения, созданные на LabVIEW, качественно улучшают работу во многих сферах деятельности человека - как в автоматизации технологических процессов, так и в биологии, сельском хозяйстве, психологии, химии, физике, образовании и множестве других [9].

Отличительной особенностью LabView является одновременность создания и алгоритмов управления контроллером, и экранные формы для оператора. В LabView создается проект, в который разработчик может интегрировать различные нужные ему функции. Так при создании любого процесса, LabVIEW формирует два экрана: Block Diagram (алгоритм управления) и Front Panel (экранную форму). Эти два окна напрямую связаны друг с другом. При добавлении любого объекта в block diagram он автоматически отобразится на Front Panel, и разработчик может видоизменить этот объект. На рисунке 7 изображен алгоритм чтения данных с аналогового входа, а на рисунке 8 виртуальный осциллограф.

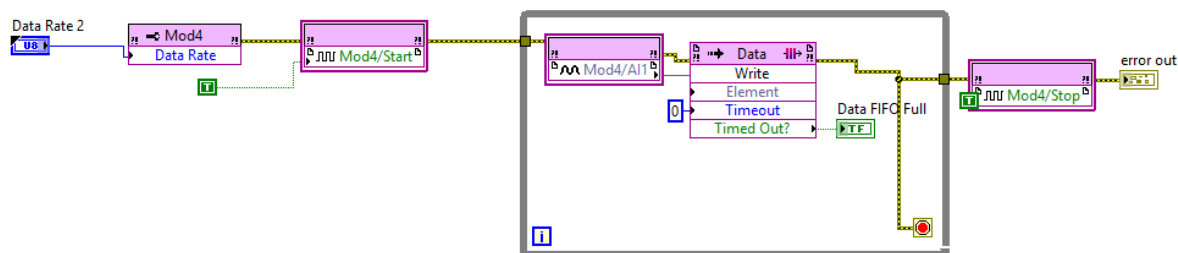


Рисунок 7. Алгоритм работы блока аналогового ввода

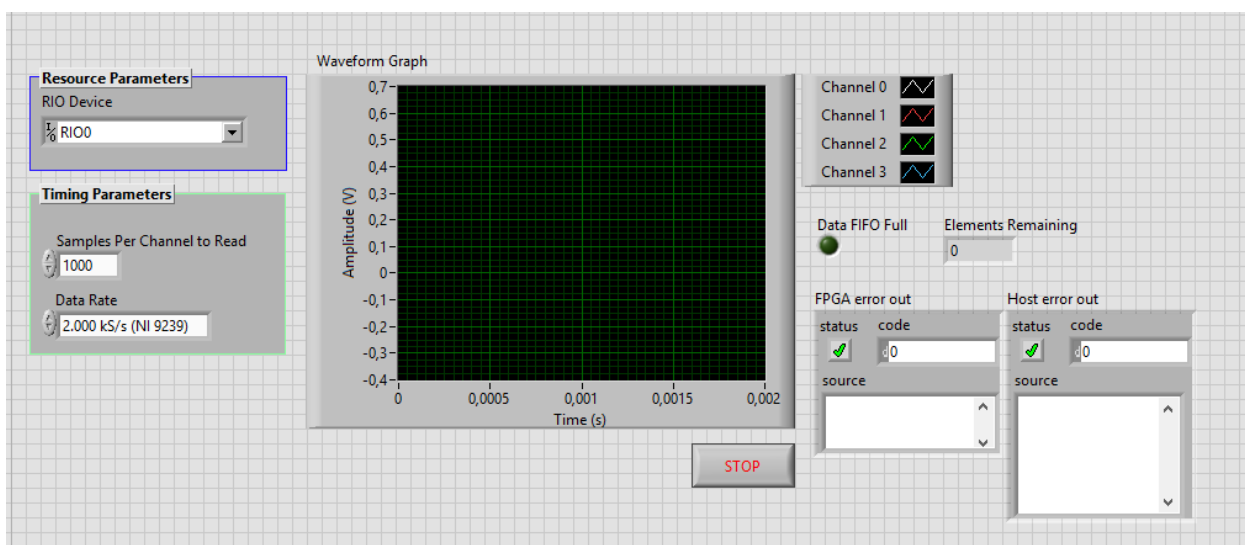


Рисунок 8. Виртуальный осциллограф

Описание работы

В связи тем, что в измерительной системе есть сове высокочастотное ядро, которая выполняет все операции, первым делом нужно установить значение частоты выборки. Этот параметр характеризует количество точек, по которым в дальнейшем будет строиться график функции. Следующим шагом мы запускаем блок инициализации разрешения на работу самого модуля аналогового ввода. Затем запускаем цикл, количество итераций которого равно количеству исследуемых каналов. В нашем случае всего один. Следующий блок как раз таки и записывает значения, получаемые с аналогового ввода в специальный фрейм FIFO. Он служит своего рода переправочным массивом. Из него процессор поочередно будет выбирать значения с определенной частотой и восстанавливать функцию или

использовать так, как выберет разработчик. Затем идет блок об остановке работы модуля аналогового ввода. Так же на протяжении всего алгоритма существует специальная шина, в которую заносится информация о возникшей ошибке, номер этой ошибки и место возникновения. Программа автоматически остановит работу алгоритма и выведет на экран данные, хранящиеся в шине ошибки.

Заключение

В заключение выпускной квалификационной работы бакалавра хотелось бы отметить проделанную работу. Были разработаны структурные схемы для добывающей скважины и дренажной емкости. Контур автоматического регулирования и сбора данных с технологических объектов. В качестве увеличения пропускной способности сети был рассмотрен принцип применения блочной спорадической передачи данных. На основе межгосударственного протокола был разработан уникальный алгоритм, написанный в среде Simulink. Этот алгоритм поможет в дальнейшем создать рабочие программы для различных видов контроллеров. На данном этапе работы, уже сформирована программа анализа аналогового сигнала на базе Compact RIO-9074. Дальнейшая работа предполагает полностью адаптировать полученную модель в данному контроллеру. Такое улучшение позволит производству обрабатывать больший поток информации, быстрее ее анализировать, принимать верные и безопасные решения, по предотвращению аварийных ситуаций. Весь этот заметный прогресс увеличит срок службы всего оборудования, повысит качество работы автоматического оборудования, уменьшит срок окупаемости затраченных ресурсов и поможет производству повысить темпы добываемых ресурсов.

13 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной выпускной работе затрагивается проблема, что инфраструктура нефтедобывающих предприятий, как правило, является распределенной с территориально отдаленными объектами. Передача данных осуществляется при помощи радиосигнала. При реализации передачи данных со всех удаленных объектов на один диспетчерский пункт могут возникнуть проблемы, связанные, например, с недостаточным быстродействием системы и низкой достоверности передаваемых значений параметров технологического процесса или коллизий в передающих каналах. Предложенное решение, описанное в основной части работы, позволяет решить все эти проблемы. Оно основано на использовании уникального алгоритма, разработанного автором, и оборудовании, позволяющем его реализовать. В связи с чем, востребованность проекта актуальна для узкого сегмента рынка – нефтегазодобывающих предприятий, использующих кустовые площадки добычи нефти. Так же, некоторые идеи повышения скорости передачи данных могут быть интересны для компаний, работающих с радиосигналами.

13.1 Актуальность разработки

Целью работы является принятие и обоснование нужных инженерных решений с целью создания проекта автоматизированной системы управления кустовой площадкой нефтяного месторождения. Основная часть проекта посвящена улучшению системы передачи данных, выбору комплекса технических средств, разработке структурной и функциональной схем, схемы информационных потоков, выбора подходящего оборудования, описанию технологических алгоритмов, разработке экранных форм.

Проблема создания автоматизированных систем управления является наиболее актуальной на данный момент, так как созданная система позволяет безопасно управлять производством и экономить значительные средства. Повышение пропускной способности сети позволяет быстрее получать данные, которые способствуют своевременному принятию мер при аварийных ситуациях, а значит повысить безопасность персонала на взрывоопасных объектах, избавит от дополнительных финансовых потерь производство.

13.2 SWOT-анализ

Таблица №4. SWOT-анализ

	<u>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</u> S1) Новизна и уникальность проекта; S2) Повышение безопасности персонала; S3) Адаптивность использования метода; S4) Наличие рабочего прототипа;	<u>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</u> W1) Использование более дорого оборудования; W2) Отсутствие должной квалификации у персонала; W3) Использование сложного алгоритма управления; W4) Узконаправленный профиль применения;
<u>Возможности:</u> O1) Модернизация действующей работы кустовых площадок; O2) Применение в новых отраслях; O3) Модернизация телемеханики;	Т.к. в работе используется развивающийся подход к передаче данных, то его применение может найти новые и новые направления, не только в нефтегазовой отрасли, но и других. Так же, основываясь на результатах проекта, можно будет переоснастить действующие кустовые площадки, что позволит в будущем подойти к процессу разработки с нового ракурса.	В современном обществе все больше стараются повысить безопасность людей, а модернизация действующих кустовых площадок поможет сделать это.
<u>Угрозы:</u> T1) Возникновение помех при передаче данных; T2) Противоречия в согласовании работы различного оборудования; T3) Не заинтересованность в применении предложенного подхода;	Т.к. разработанное решение позволяет повысить передачу данных и позволяет разгрузить радиосеть, а значит повысить работоспособность и снизить износ оборудования.	Из-за сложного алгоритма и узконаправленного действия проект может не заинтересовать предприятия, которые откажутся от использования его вовсе, основываясь на том, что текущие алгоритмы и так справляются с текущими задачами.

13.3 Планирование научно-исследовательской работы

Для организации НИР применяются различные методы экономического планирования с целью более эффективного использования времени и рабочей силы, снижения трудозатрат. Планирование НИР заключается в составлении перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи, установлении продолжительности в рабочих днях; построения линейной диаграммы Ганта и его оптимизации.

Система планирования основана на графическом представлении определенного комплекса работ с помощью сетевых и линейных методов, отражающих последовательность, взаимосвязь и длительность конкретных работ. Сетевые методы планирования в основном используются при большой сложности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, одновременном участии большого числа исполнителей, необходимости параллельного выполнения работ и т.д. Работы, проводимые в коллективе с большими людскими затратами, рассчитываются методом сетевого планирования. Поскольку данная работа имеет малый штат исполнителей (руководитель и студент-бакалавр) и проводится с малыми затратами, целесообразно применить систему линейного планирования с построением линейного графика.

Успех проведения работы зависит от рационального распределения нагрузки по времени этапов, что позволяет более эффективно распределять и использовать ресурсы ее исполнителей; предварительно определить затраты на проведение НИР.

13.4 Поэтапное распределение НИР

Таблица №5. Перечень основных этапов НИР

Этап проведения НИР	Вид работы	Исполнители
1. Подготовительный	1. Получение задания	Руководитель, бакалавр
	2. Изучение нормативно-технической документации по данной теме	Бакалавр
2. Основной	1. Проектирование АСУ ТП кустовой площадки нефтяного месторождения	Бакалавр
	2. Проектирование модели алгоритма в Simulink	Бакалавр
	3. Проектирование блок-блока КИПиА совместно со шкафами автоматики	Бакалавр
	4. Разработка алгоритмов управления для ПЛК	Бакалавр
	5. Выявление недоработок	Руководитель
	6. Исправление недоработок	Бакалавр
3. Заключительный	1. Анализ результатов	Руководитель, Бакалавр
	2. Составление проектной и рабочей документации	Бакалавр
	3. Оформление графических приложений к проекту	Бакалавр

13.5 Расчет трудоемкости этапов распределения НИР

Под трудоемкостью работ понимают максимально допустимые затраты труда в человеко-днях на выполнение НИР с учетом организационно-технических мероприятий, обеспечивающих наиболее рациональное использование выделенных ресурсов.

Для определения средней трудоемкости работы используем (средние) значения $t_{ож}$, которые определяются по формуле :

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} ;$$

где:

t_{min} — минимальная трудоемкость работ, чел.-дни;

t_{max} — максимальная трудоемкость работ чел.-дни.

Сроки t_{min} и t_{max} устанавливаются методом экспертных оценок.

Для построения линейного и сетевого графиков необходимо продолжительность каждого этапа $T_{рд}$ перевести в календарные дни $T_{кд}$ по формуле :

$$T_{кд} = T_{рд} \cdot K_k ;$$

где:

$T_{кд}$ — длительность этапов работ в календарных днях;

K_k — коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяют по формуле :

$$K_k = \frac{T_k}{T_k - T_{вд} - T_{пд}}$$

где:

T_k — календарные дни, $T_k=365$ дней;

$T_{вд}$ — выходные дни, $T_{вд}=102$ дня;

$T_{пд}$ — праздничные дни, $T_{пд}=16$ дней.

По результатам расчетов коэффициент календарности равен $K_k=1,478$.

Результаты расчетов трудоемкости этапов представленный в таблице 6.

Таблица №6. Временные показатели проведения научного исследования

Содержание этапа		Трудоемкость работ, человеко-дней			Кол-во исполнителей	Длительность работ	
		tmin	tmax	Тож		Трд	Ткд
1	Получение задания	1	2	1,4	2	0,84	1,2412955
2	Изучение нормативно-технической документации по данной теме	5	7	5,8	1	6,96	10,28502
3	Проектирование АСУ ТП кустовой площадки нефтяного месторождения	4	5	4,8	1	5,78	10,8024291
4	Проектирование модели алгоритма в Simulink	2	3	2,4	1	2,88	4,2558704
5	Проектирование блок-блокса КИПиА совместно со шкафами автоматики	5	7	5,8	1	6,96	10,28502
6	Разработка алгоритмов управления для ПЛК	4	6	4,8	1	5,76	8,5117409
7	Выявление недоработок	2	3	2,9	1	3,88	8,2558704
8	Исправление недоработок	1	2	1,4	1	1,68	2,4825911
9	Согласование проекта со смежными отделами предприятия	1	2	1,4	1	1,68	2,4825911

10	Анализ результатов	1	2	1,4	2	0,84	1,2412955
11	Составление проектной и рабочей документации	2	3	2,4	1	2,88	4,2558704
12	Оформление графических приложений к проекту	1	2	4,4	1	7,68	12,4825911
Итого		29	44	35		76,45	80,064777

Линейный график наглядно отражает весь процесс во времени, участников каждого этапа и месяц, в котором должен выполняться тот или иной этап. Применение линейного графика целесообразно тогда, когда не планируется проведение параллельных работ или их немного.

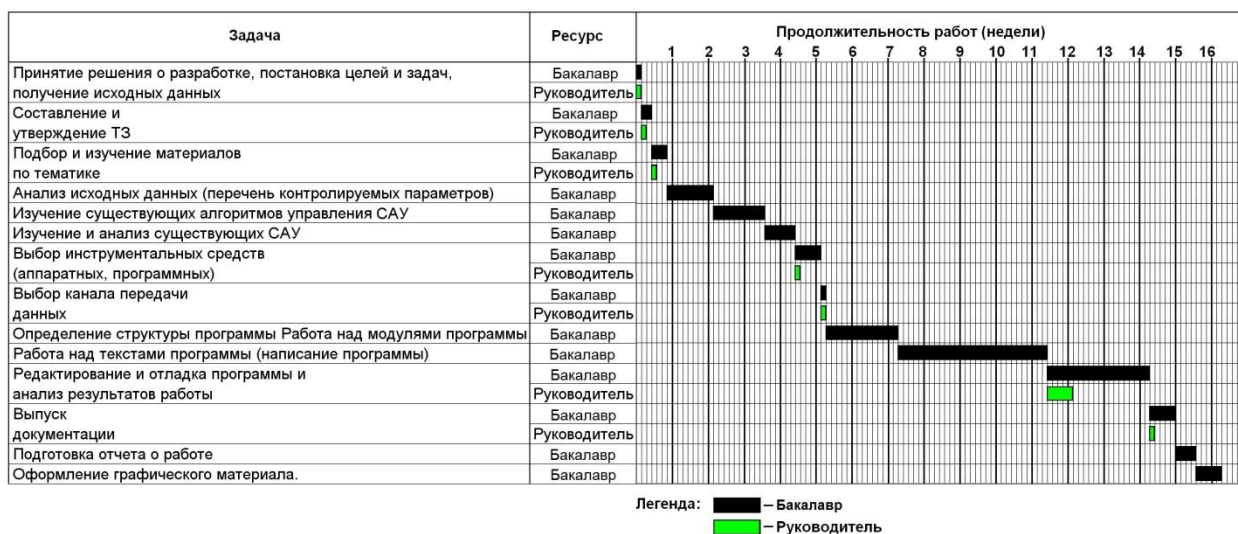


Рисунок 9. Диаграмма Ганта

13.6 Составление сметы затрат на разработку проекта

Целью данного раздела является экономически обоснованное определение величины затрат на выполнение проекта.

Затраты, образующие себестоимость разработки группируются по следующим элементам:

- Материальные затраты;
- Затраты на оплату труда;
- Отчисления из заработной платы;
- Амортизация основных фондов;

Материальные затраты

Данный элемент включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет затрат на приобретение материалов приведен в таблице 7:

Таблица №7 - Затраты на приобретение материалов

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
Бумага	Пачка	1	120	120
Ручка	Штук	3	20	60
USB FLASH 1024 Мб	Штук	1	1200	1200
ИТОГО				1380

Затраты на оплату труда

В данный элемент включается основная и дополнительная заработная плата исполнителей. Расчёт основной заработной платы выполняется на основе трудоёмкости выполнения каждого этапа в человеко-днях и величины месячного должностного оклада исполнителя.

$$ОЗП = \sum_{i=1}^n T_i \cdot СЗП_{K_i} ;$$

где n – количество участников в i-ой работе,

T_i – затраты труда (трудоемкость), необходимые для выполнения i-го вида работ,

СЗП – среднедневная заработная плата исполнителя, выполняющего i-ый вид работ, (руб/дней).

Трудоемкость определяется как количество дней, которое необходимо потратить на каждый этап разработки.

Среднедневная заработная плата (ставка) рассчитывается следующим образом:

$$СЗП = \frac{\text{Заработная плата (в месяц)}}{20 \text{ дней}} ;$$

Произведение трудоемкости на сумму дневной заработной платы определяет затраты по зарплате для каждого работника на все время разработки.

Расчет основной заработной платы по теме приведен в таблице 8.

Таблица №8 - Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	ЗП (руб.)	Дневная з/плата (руб.)	Трудоемкость (в человеко-днях) всего	Затраты по з/плате (руб.)
Руководитель	30000	1500	11	16500
Бакалавр	18000	900	80	72000
ИТОГО				88500

Дополнительная заработная плата представляет собой различные виды выплат сверх основной заработной платы: премии, доплаты за работу в сверхурочное время, доплата за условия труда.

Таким образом, размер дополнительной заработной платы составит 10% от основной заработной платы.

$$ДЗП = \frac{ОЗП \times K_{д.з.п.}}{100};$$

$$ДЗП = \frac{88500 \times 10}{100} = 8500 \text{ руб};$$

Таким образом, затраты на оплату труда за весь период реализации проекта составят:

$$\Phi OT = ОЗП + ДЗП$$

$$\Phi OT = 88500 + 8500 = 97350 \text{ руб}$$

Отчисления во внебюджетные фонды

Данный элемент затрат включают в себя отчисления в различные фонды (пенсионный, обязательного медицинского страхования и др.), которые составляют 34 % от суммы основной и дополнительной заработной платы (ЗП).

$$CH = 0,34 \cdot (ОЗП + ДЗП)$$

$$CH = 0,34 \cdot (88500 + 8500) = 33099 \text{ руб}$$

Амортизация основных фондов

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$A = \frac{C_{перв} \cdot H_a}{100};$$

где A – ежемесячная сумма амортизационных отчислений; $C_{перв}$ – первоначальная стоимость объекта; H_a – норма амортизационных отчислений.

$$H_a = \frac{1}{T_{п.и.}} \cdot 100\%;$$

где $T_{п.и.}$ – срок полезного использования объекта (в месяцах).

Период реализации проекта составляет 80 дней, т.е. 2,6 месяца. Расчет величины амортизационных отчислений в месяц и за весь срок реализации проекта представлен в таблице 9.

Таблица №9 - Амортизационные отчисления

Наименование	Количество	С перв., руб.	Т п.и.	H_a , %	А в месяц, руб.	А за период, руб.
Компьютер	1 Шт.	40000	70	1,4	560	1456
Принтер	1 Шт.	10000	10	10	1000	2600
Итого		50000			1560	4056

Суммарные затраты на проектирование

Суммарная затраты включаются в смету, которая приведена в таблице 10.

Таблица 10 - Смета затрат на разработку

Элементы затрат	Условное обозначение	Сумма руб.
Материальные затраты	МЗ	1380
Затраты на оплату труда	ФОТ	97350
Отчисления во внебюджетные фонды	СН	33099
Амортизация основных фондов	А	4056
Итого:		135885

Таким образом, затраты на реализацию проекта составили **135885** руб.

Материальные затраты

Материалы необходимые для сборки образца изделия указаны в таблице 11.

Таблица №11 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
USB FLASH 1024 Мб	Штук	1	1200	1200
MOSCAD-L	Штук	2	37856	75712
PT-112	Штук	1	6916	6916
PT-132	Штук	1	10696	10696
RKAI	Штук	1	2324	2324
RKDI	Штук	1	2324	2324
ET-301	Штук	3	8961	26883
ET-420	Штук	4	7632	30528
Радиостанция GM340	Штук	2	11200	22400
Шкаф-стойка	Штук	2	14000	28000
Блок питания 230VAC 14VDC 8A	Штук	2	27412	54824
Аккумуляторы	Штук	20	3000	60000
Сервер ввода/вывода	Штук	1	25000	25000
Лицензированная SCADA-система	Штук	1	300000	300000
ИТОГО				646807

13.7 Расчет затрат на внедрение

Затраты на внедрение разработки включают в себя затраты на транспортировку оборудования, обучение персонала и оплату командировочных расходов.

Транспортные расходы составляют 50000 рублей (ТР). Затраты на обучение персонала составляют 20000 рублей (ЗОП). Пуско-наладочные работы делятся 4 дня. Командировочные дни оплачиваются по двойной ставке. Суточные расходы составляют 300 рублей в день. Расчет затрат приведен в таблице 18. Таким образом примерная зарплата для инженера за четырехдневный период составит около 8400 рублей при з/п в 1800 рублей в день.

Суммарные затраты на внедрение составляют:

$$I_B = TP + ЗОП + ОК = 50000 + 20000 + 8400 = 78400 \text{ руб.}$$

13.8 Оценка экономической эффективности разработки

Эффективностью – одно из наиболее общих экономических понятий, не имеющих пока, по-видимому, единого общепризнанного определения. Это одна из возможных характеристик качества системы, а именно ее характеристика с точки зрения соотношения затрат и результатов функционирования системы.

В результате ликвидации аварийных ситуаций ввиду постоянного мониторинга состояния скважинного оборудования, а также ввиду снижения износа оборудования, будут сокращены затраты на их восстановление. В среднем ЭЦН (электроцентробежные насосы) изнашиваются в течение 1 года. Период их жизни удастся увеличить как минимум в 2 раза. К примеру, стоимость ЭЦН 50-1300 составляет 1320400 руб, а стоимость ЭЦН - 30-1300 – 18900000 руб. Это значит, что экономия в год будет порядка полу - миллиона на каждый насос (в два года одна замена вместо двух).

Таким образом с учетом того, что на месторождении расположено около десятка ЭЦН, становится очевидным экономический эффект в числовом значении порядка нескольких миллионов рублей в год.

Коэффициент экономической эффективности капитальных вложений показывает величину годового прироста прибыли, образующуюся в результате производства или эксплуатации системы автоматизированного управления, на один рубль единовременных капитальных вложений.

Капитальные вложения на разработку (при количестве 1 шкафа):

$I_{\Pi} = 187152,46$ руб;

Капитальные вложения на сборку оборудования (при количестве 1 шкафа):

$I_C = 679147,35$ руб;

Капитальные вложения при внедрении (при количестве 1 шкафа):

$I_B = 78400$ руб;

Годовая экономия затрат от внедрения системы автоматизации:

$D \sim 500000$ руб. – годовая экономия на каждый ЭЦН, за счет внедрения постоянного мониторинга состояния скважинного оборудования.

$$\text{Итого: } K = \frac{D}{I_{\Pi} + I_C + I_B} = \frac{500000}{187152,46 + 679147,35 + 78400} = 0,53$$

Срок окупаемости – показатель эффективности использования капиталовложений – представляет собой период времени, в течение которого произведенные затраты на разработку системы автоматизации кустовой телемеханики полученным эффектом.

$$T = \frac{1}{K} = 1,89 \text{ года}$$

Таким образом, срок окупаемости составляет 23 месяца.

Заключение

В данном разделе дипломного проекта было представлено технико-экономическое обоснование (ТЭО) разработки системы автоматизации кустовой телемеханики. В первой части рассчитаны параметры линейного графика работ по созданию системы автоматизации кустовой телемеханики и по этим параметрам построен линейный график работ.

Время необходимое для разработки данного аппаратно-программного продукта составляет 80 дней.

Так же была рассчитана стоимость разработки системы автоматизации кустовой телемеханики с момента получения первого варианта технического задания и заканчивая оформлением документации и сдачей разработки.

Величина затрат на разработку и внедрения системы определена путем составления сметы затрат. Стоимость разработки, сборки образца изделия и внедрения системы составила **944699,81** руб.

14 Социальная ответственность

Введение

Кустовая площадка месторождения – Кустовая площадка ограниченная территория месторождения, на которой подготовлена специальная площадка для размещения группы скважин, нефтегазодобывающего оборудования, служебных и бытовых помещений. После этапа разбуривания и первичного освоения скважины наступает этап эксплуатации. Основной особенностью автоматизации кустовой площадки является то, что после установления соответствующего оборудования автоматизации, исполнительных устройств, датчиков и контроллеров, куст функционирует полностью без участия человека. Все технологические параметры передаются на контроллер и транслируются на диспетчерский пункт с помощью радиосигнала. Оператор в диспетчерском пункте следит за процессом эксплуатации, может контролировать часть процесса и предпринимать определенные решения. Непосредственно люди могут находиться на территории кустовой площадки во время капитального, аварийного или обслуживающего ремонта.

В своей работе я исследую новые алгоритмы передачи технологических данных с кустовой площадки. Основная идея заключается в том, что многие параметры имеют низкую динамику, и их регулярная передача не требуется, т.к. не происходит никаких важных изменений. Это, в свою очередь, загружает трафик передачи сигнала, в следствии чего на производстве диспетчер контролирует технологический процесс с задержкой и не всегда удается вовремя среагировать на возникшие изменения процесса.

Как решение этой проблемы предлагается использовать событийный подход передачи данных, который позволит значительно уменьшить трафик радиосигнала, корректно отражать ситуацию на объекте, понизить количество запросов и ответов, а значит повысить срок службы оборудования. Такие изменения ведут к значительному улучшению качества передачи данных, и всего процесса в целом.

14.1 Производственная безопасность

14.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

В таблице 12 приведены основные опасные и вредные факторы при проектировании системы телемеханики кустовой площадки нефтяного месторождения. Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [11]

Таблица №12. Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименования видов работ	Факторы по ГОСТ 12.0.003-74		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Разработка проектной документации	1. Повышенный уровень шума в помещении; 2. Электромагнитные волны от экрана монитора; 3. Несоответствие нормам параметров микроклимата. 4. Недостаток освещения 5. Монотонность труда, умственная и эмоциональная перегрузка 6. Повышенная температура в помещении	Поражение электрическим током	СанПин 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»; ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. СанПиН 2.2.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»; СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение; ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности; ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

14.1.2 Повышенный уровень шума

Источниками шума для разработчика являются: работающие рядом компьютер, принтер, осветительные приборы дневного света. Шум может оказывать негативное воздействие на органы слуха, сердечно-сосудистую систему, обменные процессы, а также на нервную систему человека. Наличие шума на рабочем месте может привести к ослаблению внимания, снижению реакции, увеличению числа ошибок, что неприемлемо при разработке проекта.

Согласно нормам СН 2.2.4/2.1.8.562-96 при выполнении работы на ПЭВМ предельный уровень звука на рабочем месте 50 дБ (таблица №13).

Таблица №13. Предельные уровни звукового давления для наиболее типичных видов трудовой деятельности согласно СН2.2.4/2.1.8.562-98

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения управления	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Шум, создаваемый работающим компьютерами и осветительными приборами, не превышает установленных норм, поэтому использование средств индивидуальной защиты, таких как наушники, вкладыши, шлемы, не предусмотрено. Во избежание возникновения дискомфорта, вызванного постоянным шумом, разработчику рекомендуется устраивать кратковременные перерывы при выключенном оборудовании [12].

14.1.3 Повышенный или пониженный уровень освещенности. Отсутствие или недостаток естественного света

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости. Излишне яркий свет слепит, снижает зрительные функции,

приводит к перевозбуждению нервной системы, уменьшает работоспособность, нарушает механизм сумеречного зрения.

Освещение рабочего места, складывается из естественного и искусственного освещения. Для обеспечения естественного освещения в помещении устанавливаются окна, оборудованные регулирующими устройствами (жалюзи, внешние козырьки и др.). Для обеспечения искусственного света используются люминесцентные лампы типа ЛБ. В светильниках местного освещения применяются лампы накаливания.

Работа с ПЭВМ относится к виду зрительных работ высокой точности для любого типа помещений. Нормирование освещенности для работ такого вида зрительных работ приведено в таблице №14 [13].

Таблица №14. Нормирование освещенности при работе с ПЭВМ в соответствии с СП 52.13330.2011 [13]

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы при направлении зрения на рабочую поверхность, %	Искусственное освещение				Естественное освещение	
					Освещенность на рабочей поверхности от систем общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель UGR, не более	Коэффициент пульсации освещенности К _п , %, не более	КЕО е _н , %, при	
									верхнем или комбинированном	боковом
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100*	21 18**	15	3,0	1,0
			2	Менее 70	200	75*	24 18**	20 15***	2,5	0,7

Требования к освещению рабочих мест, оборудованных ПЭВМ, приведены в таблице №15.

Таблица №15. Требования к освещению рабочих мест с ПЭВМ
по СанПиН 2.2.2/4.1340-03 1340-03 [14]

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 блесккость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослеплённости	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Отношение яркости:	
– между рабочими поверхностями	3:1–5:1
– между поверхностями стен и оборудования	10:1
Коэффициент пульсации:	не более 5%

Выбор светильников и их размещения производится таким образом, чтобы освещение рабочего места разработчика соответствовало нормам. Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами [15]:

$H = 3$ м – высота помещения;

$h_c = 0,25$ м – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c = 2,75$ м – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p = 0,7$ м – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_p = 2,05$ м – высота светильника над рабочей поверхностью.

Расстояние между светильниками L определяется по формуле (1):

$$L = \lambda \cdot h, \quad (1)$$

где λ – константа, равная 1,4 для люминесцентных светильников без защитной решётки типов ОД, ОДО.

Тогда:

$$L = 1,4 \cdot 2,05 = 2,87 \text{ м.} \quad (2)$$

Оптимальное расстояние I от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$, тогда:

$$I = \frac{L}{3} = \frac{2,87}{3} = 0,96 \text{ м.} \quad (3)$$

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении рассчитывается по формуле (4):

$$n = 2 \cdot 3 = 6 \text{ ламп.} \quad (4)$$

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле (5):

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z \cdot 100}{n \cdot \eta}, \quad (5)$$

где E – нормируемая минимальная освещенность, лк;

S – площадь помещения, м^2 ;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен, а также наличие в атмосфере цеха дыма, пыли). Поскольку работа происходит в помещении с малым выделением пыли, коэффициент запаса равен 1.5;

Z – коэффициент неравномерности освещения (для люминесцентных ламп равен 1.1);

n – количество ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока η зависит от типа светильника, коэффициента отражения светового потока от стен, потолка, пола, а также геометрических размеров помещения и высоты подвеса

светильников, что учитывается одной комплексной характеристикой – индексом помещения.

Показатель помещения определяется по формуле (6):

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (6)$$

где h - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

S – площадь помещения, м^2 ;

A - ширина помещения, м;

B - длина помещения, м.

Тогда:

$$i = \frac{6 \cdot 3}{2,05 \cdot (6 + 3)} = 0,97. \quad (7)$$

Коэффициенты отражения $R_{\text{ст}}$ и $R_{\text{п}}$ имеют следующие значения:

$R_{\text{ст}} = 50\%$ (стены побелены, окна без штор);

$R_{\text{п}} = 70\%$ (потолок побеленный).

По найденному показателю помещения i и коэффициентам отражения потолка $R_{\text{п}}$ и стен $R_{\text{ст}}$ определяется коэффициент использования светового потока (под которым понимается отношение светового потока, падающего на рабочую поверхность, к световому потоку источника света).

Для данного значения коэффициента i , коэффициент использования светового потока $\eta=48\%$.

Нормальная минимальная освещенность должна составлять $E_{\text{н}}=300\text{лк}$ [12].

Тогда:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 100}{6 \cdot 48} = 3093 \text{ Лм}. \quad (8)$$

Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10...+20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

В соответствии с вычисленным световым потоком выбран светильник типа ШОД-2-40, с люминесцентными лампами типа ЛБ с потоком $\Phi = 3200$ Лм. Проверка выполнения условия выполняется следующим образом:

$$\frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

$$\frac{3200 - 3093}{3200} \cdot 100\% = 3,3\%,$$

$$-10\% \leq 3,3\% \leq +20\%.$$

Поток светильника не выходит за пределы диапазона $(-10\% \dots +20\%)$, поэтому корректировать число светильников и либо высоту подвеса светильников нет необходимости.

14.1.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитным излучением называется излучение, прямо или косвенно вызывающее ионизацию среды. Контакт с электромагнитными излучениями представляет серьезную опасность для человека.

Основным источником электромагнитного излучения на рабочем месте является жидкокристаллический монитор. Спектр излучения монитора включает рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области, широкий диапазон электромагнитных волн других частот.

Биологический эффект от воздействия электромагнитного поля зависит от частоты колебаний, интенсивности и режима излучения, продолжительности и характера облучения организма. Излучаемое ЭВМ электрическое поле является полем незначительных напряжений, поэтому вызванные им нарушения в организме носят обратимый характер [16].

Нормы напряженности электромагнитного поля на расстоянии 50 см в радиусе от монитора по электрической составляющей согласно СанПиН 2.2.2.542-96 приведены в таблице №16.

Таблица №16. Нормы напряженности поля в радиусе 50 см от монитора по электрической составляющей в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96 [17]

Наименование параметров		Допустимые значения
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 Гц – 400 кГц	25 нТл
Поверхностный электростатический потенциал		500 В

Мероприятия по снижению излучений включают:

- сертификацию ПЭВМ и аттестацию рабочих мест;
- применение экранов и фильтров;
- организационно-технические мероприятия;
- применение средств индивидуальной защиты путем экранирования пользователя ПЭВМ целиком или отдельных зон его тела;
- использование и применение профилактических напитков;
- использование иных технических средств защиты от патогенных излучений.

14.1.5 Повышенная или пониженная влажность воздуха. Повышенная или пониженная температура воздуха

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Оптимальные показатели микроклимата различны для теплого и холодного периода года и варьируются в зависимости от категории работ по уровню энергозатрат [18].

Выполняемая работа выполняется сидя и сопровождается незначительным физическим напряжением, поэтому в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 она относится к категории 1а (энергозатраты до 139 Вт). Оптимальные параметры микроклимата для данной категории работ приведены в таблице №17.

Таблица №17. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений для категории работ 1а в соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 [15]

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22 - 24	21 – 25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Для обеспечения оптимальных параметров микроклимата рабочей среды проводятся следующие мероприятия:

- устройство систем вентиляции;
- кондиционирование воздуха;
- отопление воздуха.

14.1.6 Электрический ток

Поражение электрическим током может произойти по разным причинам: при перегрузке оборудования, механических повреждениях, ухудшении качества изоляции токоведущих частей в процессе эксплуатации. Зоной повышенной электроопасности являются места подключения электроприборов и установок. Случайное прикосновение к токоведущим частям оборудования может привести к электротравме, а в тяжелых случаях – к гибели человека [19].

Токи статического электричества могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам, что может привести к выходу из строя компьютера.

В процессе обслуживания ПЭВМ возникает необходимость ремонтных, монтажных и профилактических работ. Согласно СанПиН

2.2.2.542-96, запрещено проводить ремонт видеомониторов и ПЭВМ непосредственно в рабочих помещениях.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести:

- использование только исправных инструментов при проведении монтажных работ;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробе сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

14.2 Экологическая безопасность

В состав технологического объекта кустовой площадки входит дренажная емкость. В нее в ходе технологического процесса сливаются остатки, шлак, и ненужные фракции углеводородов. Т.к. продукты, так или иначе, имеют связь с углеводородами, поэтому в емкости присутствует парообразная фракция. Возможна такая ситуация, когда концентрация паров будет достаточно высокой и при малейшей искре произойдет взрыв дренажной емкости, согласно ГОСТ Р 22.0.08-96 Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения. В результате чего произойдет открытое горение углеводородов. В процессе горения будет в обильном количестве выделяться углекислый газ, сероводород, метан и другие продукты горения. Они значительно превысят допустимые норм, предъявляемые документом ГН 2.1.6.13338-03 Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

При возникновении аварийной ситуации одним методов предотвращения взрывоопасной ситуации является экстренный сброс углеводородов из дренажной емкости в очистную яму. Согласно классификации ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод сами по себе Промышленные площадки предприятий, буровые скважины и другие горные выработки являются источниками загрязнения. Не говоря уже про места хранения отходов производства. Методом недопущения таких ситуаций является повышение надежности оборудования, своевременное оповещение диспетчера.

14.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

На кустовой площадке размещается дренажная емкость.

Емкость дренажная предназначена для слива и хранения остатков, светлых и темных нефтепродуктов, нефти, масел, конденсата, в том числе в смеси с водой из технологических сетей (трубопроводов) и аппаратов на время ремонта установок на предприятиях нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газовой отраслей промышленности. Поэтому существует вероятность возникновения взрывоопасной ситуации.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования данный объект относится к классу взрывопожароопасности категории Б, что предоставляет достаточную опасность. В основном на кустовой площадке не подразумевает наличие людей, тем не менее, взрыв нанесет огромный вред окружающей среде, несет потери для предприятия и задержку в работе объекта. Согласно Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» в качестве предупреждения возникновения взрывоопасной ситуации существует автоматический алгоритм управления при возникновении аварийной ситуации. В первую очередь при появлении угрозы возникновения аварийной ситуации на экран оператора поступает соответствующая информация об угрозе, зажигается цветовая индикация в месте аварии. Перекрывается доступ подачи углеводородов в емкость. При экстренной необходимости произойдет сброс нефтепродукта в специальную сливную яму для опустошения емкости.

14.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

14.4.1 Параметры рабочего места

Рабочее место инженера - программиста должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечивать чувство рабочего комфорта и возможность выполнения необходимых операций. Согласно ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования, при работе в положении сидя рекомендуются следующие параметры рабочего пространства:

- ширина рабочей поверхности стола не менее 700 мм;
- глубина - не менее 650 мм;
- высота рабочей поверхности стола над полом зависит от роста работающего и выражается соотношением (0.25 умноженное на рост человека), мм, а комфортная высота рабочей поверхности (0.25 умноженное на рост человека плюс 275) мм, что приблизительно составляет 700 - 750 мм;
- оптимальные размеры столешницы - 1600 - 900 мм.

Кресло инженера должно обеспечивать опору для тела с учетом выполняемых действий. Высота сиденья зависит от роста работающего и составляет 400 - 500 мм. Угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45 градусов к нормали экрана. Лучше, если угол обзора будет составлять 30 градусов. Требования к видеотерминалу: минимальный диаметр пикселя не менее 0.6 мм для цветного монитора; размер экрана по диагонали не менее 31 см; расстояние до глаз 40 - 80 см; высота знака не менее 3.5 мм; ширина знака - 8 его высоты; оптимальный угол наклона клавиатуры кнопочного пульта должна составлять 15 градусов к горизонтальной плоскости; минимальный диаметр кнопки должен быть 10-19 мм, поверхность кнопки вогнутая; монитор должен быть оборудован поворотной площадью. Надписи должны легко читаться на необходимом расстоянии и при любом освещении. На рисунке 10 приведена схема правильного расположения перед компьютером.

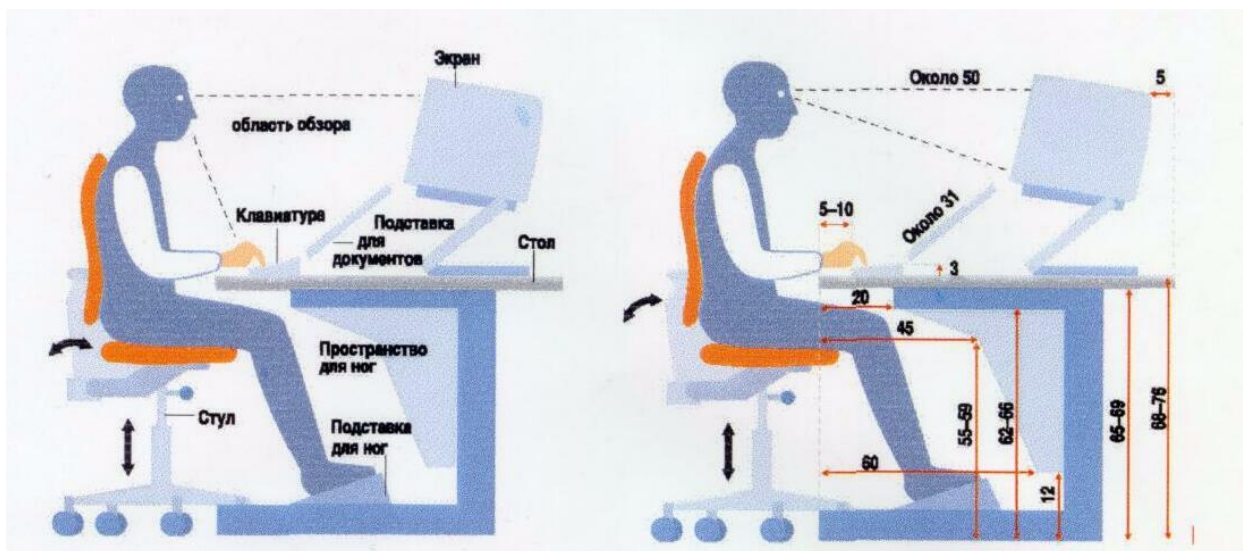


Рисунок 10 Правильное расположение перед компьютером

14.4.2 Требования к персоналу

Одной из особенностей работы в нефтегазодобывающей отрасли является то, что работа ведется непосредственно по добыче углеводородных продуктов, большинство из которых представляют собой легко воспламеняющуюся жидкость, что в совокупности с легкими парами, образующими газ, являются взрывоопасным продуктом. В следствии чего, все работы носят характер повышенной опасности. Согласно ПОТ РО-14000-005-98 Положение. Работы с повышенной опасностью. Организация проведения, все работы должны быть выполнены по соответствующим нарядам-допускам в составе квалифицированной бригады. Все члены бригады должны быть одеты в специальный костюм, иметь соответствующее работам оборудования, средства индивидуальной защиты: резиновые перчатки, очки, сапоги, защитные наушники. Соблюдать меры безопасности на взрывоопасном объекте.

Список литературы

1. А.С. Ключев, Б.В. Глазков, А.Х. Дубровский, А.А. Ключев Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие.- М.: Энергоатомиздат, 1990.-464 с.
2. Справочник проектировщика АСУ ТП / под ред. Г.Л. Смилянского.— М.: Машиностроение, 1983. — 527 с.
3. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 464 с.
4. Шастова Г. А., Кодирование и помехоустойчивость передачи телемеханической информации, М.— Л., 1966: Бесконтактные элементы промышленной телемеханики, М., 1973; Тутевич В. Н., Телемеханика, М., 1973; Ильин В. А., Телеуправление и телеизмерение, 2 изд., М., 1974; Макаров В. А., Теоретические основы телемеханики, Л., 1974; Фремке А. В., Телеизмерения, 2 изд., М., 1975.
5. ГОСТ Р МЭК 60870-6-1-98
6. Зебзеев, А. Г. Применение спорадической передачи данных с динамическим установлением апертур в системах телемеханики [Электронный ресурс] / А. Г. Зебзеев, А. М. Малышенко; науч. рук. А. М. Малышенко //Технологии Microsoft в теории и практике программирования. Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 12-14].
7. Зебзеев А. Г. Анализ условий применения блочной спорадической передачи данных в диспетчерских системах нефтедобычи / А. Г. Зебзеев, П. А. Киреев // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 9-13 ноября 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 1. — [С. 83-84].

8. ГОСТ 21.408-2013 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 2013. – 44с.

9. LabVIEW. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ni.com/labview/>, свободный.

10. ГОСТ 3.1201 – 85 Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации. - М. Межгосударственный стандарт, 1985 – 11 с.

11. ГОСТ 12.0.003-74 “ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация”;

12. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

13. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.

14. СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

15. Назаренко О.Б. Безопасность жизнедеятельности. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 12 стр.

16. Безопасность жизнедеятельности. Учебник. Под ред. Э.А. Арустамова / 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во «Дашков и К°», 2006. — 476 с.

17. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (утв. от 14 июля 1996 г. №14).

18. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

19. Крепша Н.В., Свиридов Ю.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учеб.–метод. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 145 с.

20. ГОСТ Р 22.0.08-96 Техногенные чрезвычайные ситуации. Взрывы. Термины и определения.

21. ГН 2.1.6.13338-03 Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

22. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования

23. ПОТ РО-14000-005-98 Положение. Работы с повышенной опасностью.

24. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.

25. СТО ТПУ 2.5.01 – 2006 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления – ТПУ, 2006 – 62 с.

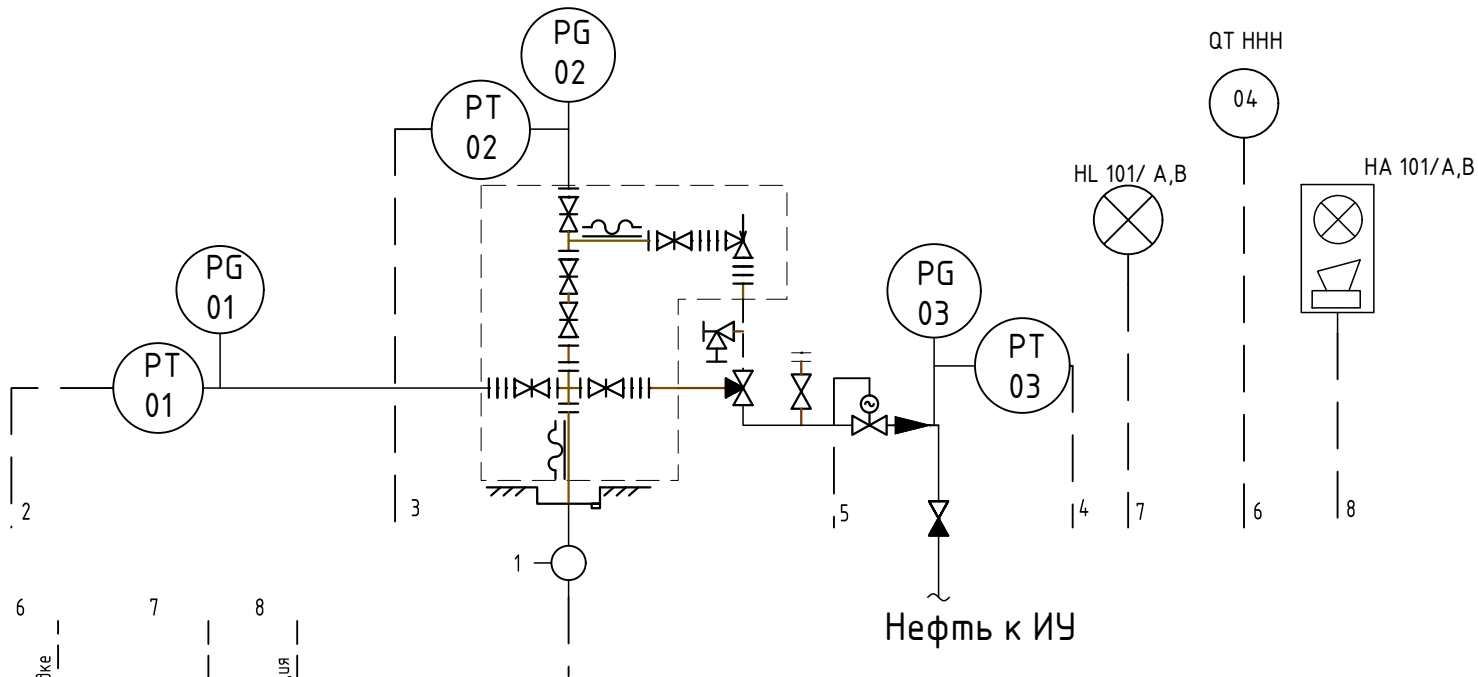


					ФЮРА.425280.001				
					Кустовая площадка №11	Лит.	Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
Разраб.	Киреев П.А.					У			
Пров.	Громаков Е.И.								
Т.контр.									
					Лист 1	Листов 5			
Н.контр.					Схема структурная комплекса технических средств		ТПУ ИК 8Т21		
Утв.									

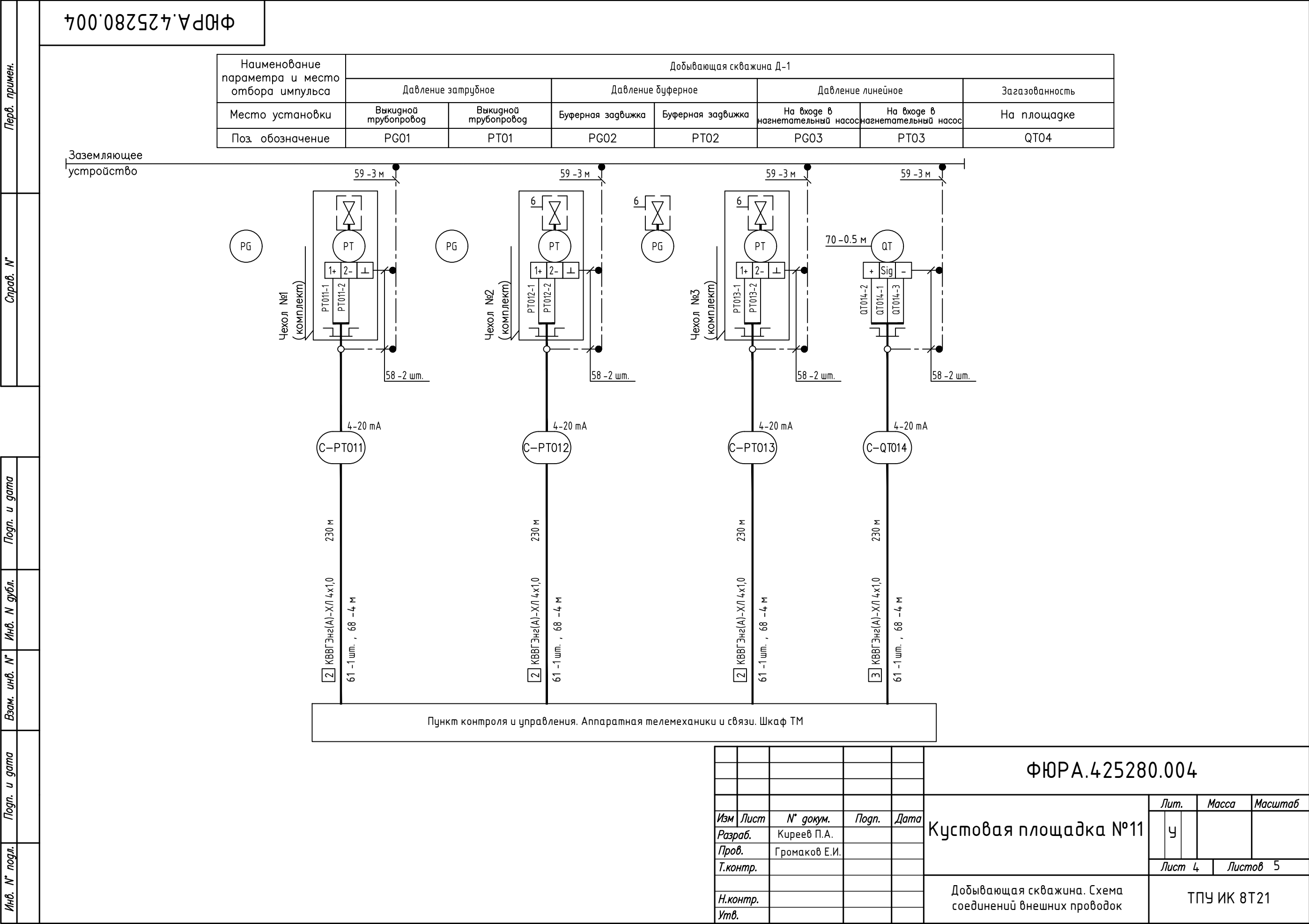
ФЮРА.425280.001 С2

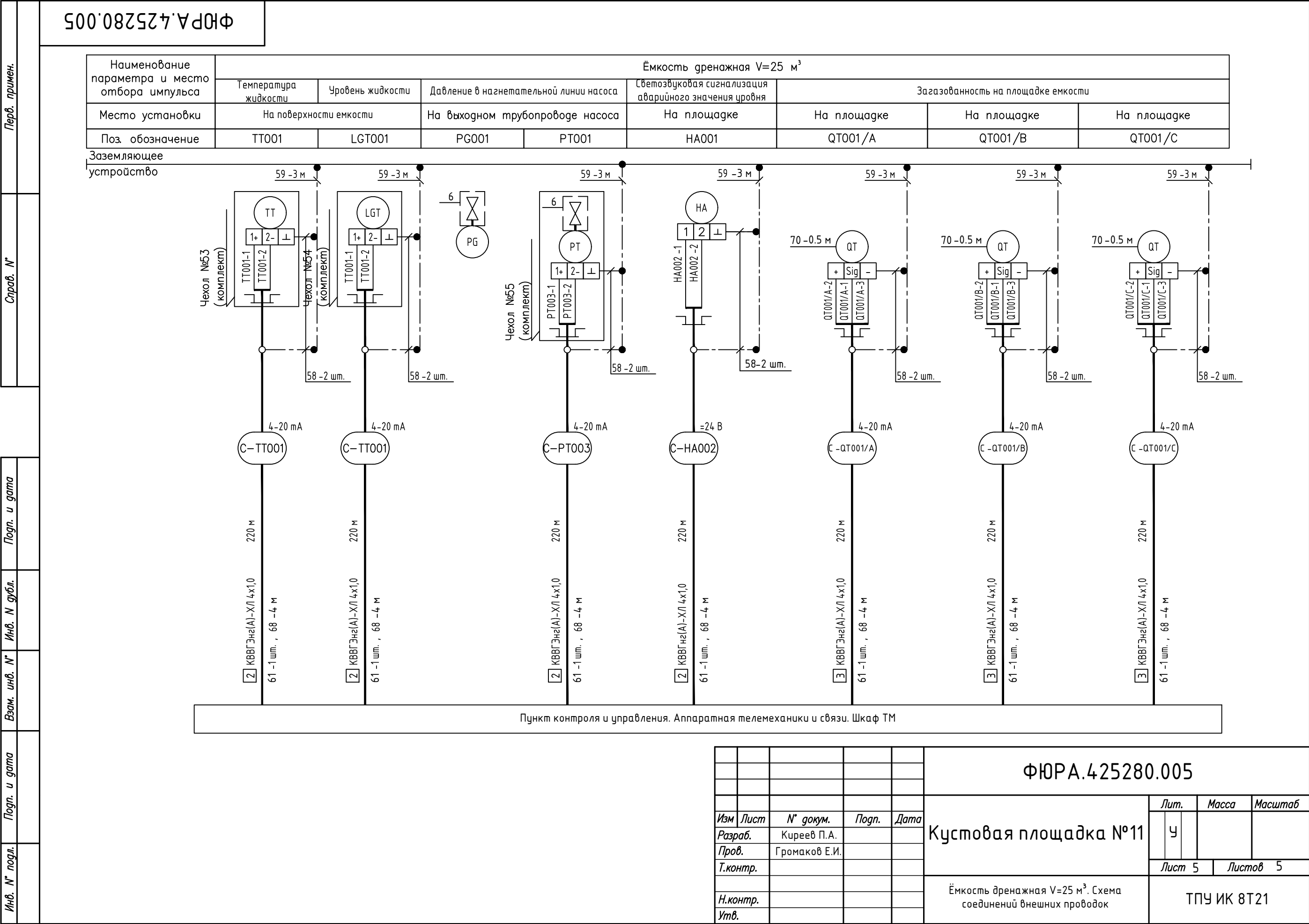
SCADA	Пункт контроля и управления. Аппаратная телемеханика и связи		Площадка под ТМПП и СУ	По месту									
	Щкаф ТМ												
				Станция управления									

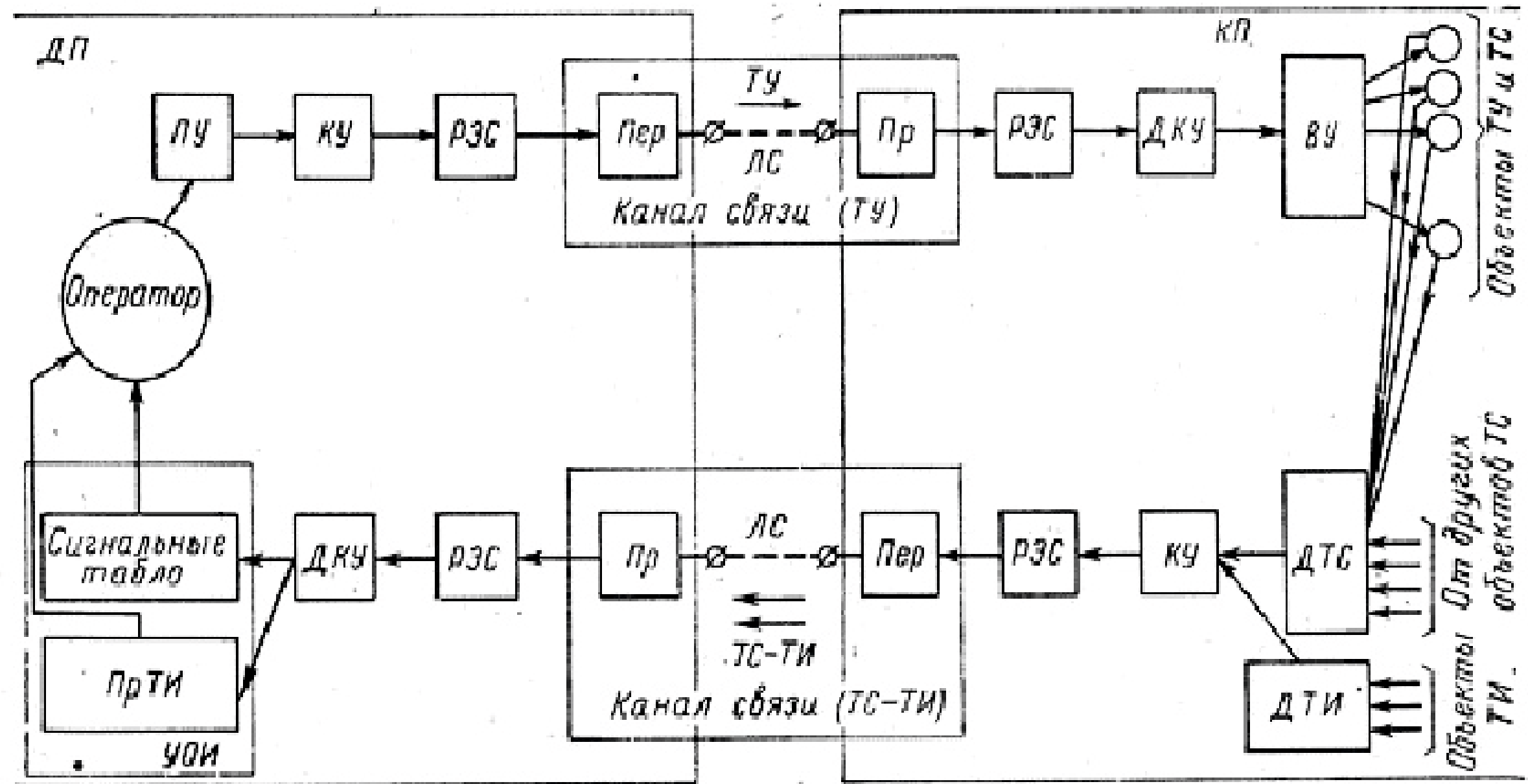
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- Контроль функциональных параметров и управление
- Запорное давление Рзсп = 4,0 МПа
- Буферное давление Рбуф = 21,0 МПа
- Линейное давление Рлин = 2,61 МПа
- Состояние задвижки
- Загазованность на площадке
- Световая сигнализация
- Светозвуковая сигнализация



					ФЮРА.425280.002				
					Кустовая площадка №11	Лит.		Масса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Погр.	Дата		У			
Разраб.		Киреев П.А.							
Пров.		Громаков Е.И.							
Т.контр.									
Н.контр.					Лист 2		Листов 5		
Утв.					Добывающая скважина. Схема автоматизации		ТПУ ИК 8Т21		

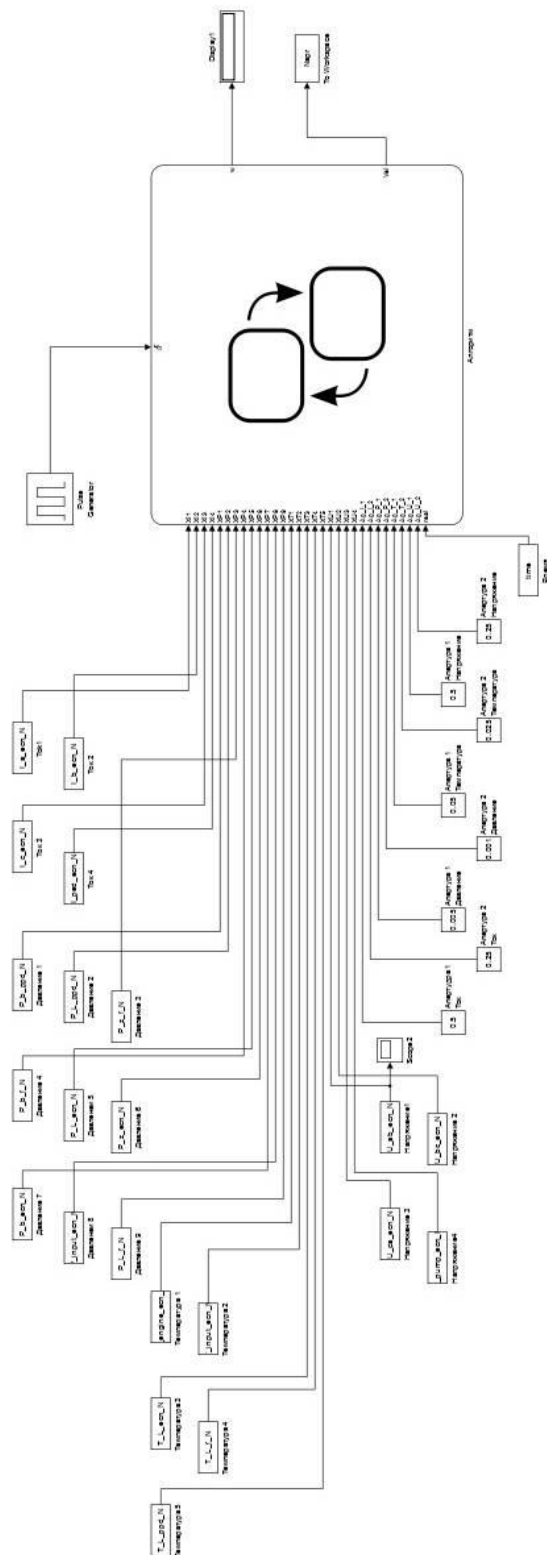




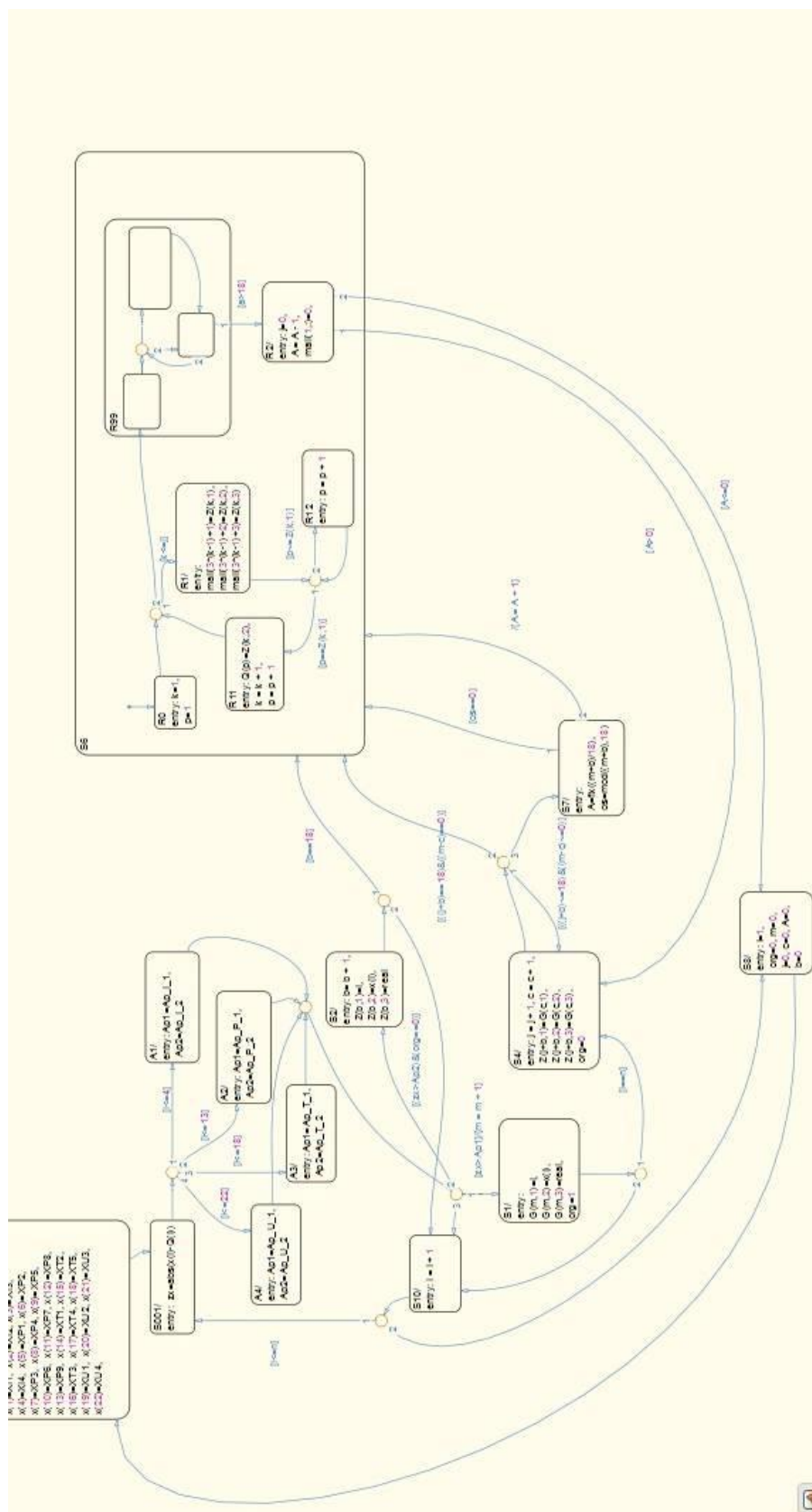


Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

					ФЮРА.425280.0006						
					Структурная схема телемеханической системы			Лист.	Масса	Масштаб	
Изм/Лист	№ докум		Подп.	Дата					у		
Разраб.	Киреев П.А.										
Пров.	Громаков Е.И.										
Т. Контр.								Лист 6	Листов 10		
								ТПУ ИК 8Т21			
Н. Контр.											
Утв.											



					ФЮРА.425280.0007				
					Модель алгоритма в среде Simulink				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Киреев П.А.							
Провер.		Громаков Е.И.							
Т. Контр.									
Реценз.									
Н. Контр.									
Утверд.									
					Лист	7	Листов	10	
					ТПУ ИК 8Т21				



					ФЮРА.425280.0008		
					Модель алгоритма в среде Stateflow		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Киреев П.А.			Лист 8 Листов 10		
Провер.		Громаков Е.И.					
Т. Контр.					ТПУ ИК 8Т21		
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.							

