

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Филиал Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
в г. Нижневартовске

Кафедра «Гуманитарные, естественно-научные и технические дисциплины»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.о.зав.кафедрой «ГЕНТД»

к.филос.н, доцент

/И.Г.Рябова/

«___» _____ 2019 г.

Проект полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ ЮУрГУ-12.03.01.2019.120.ПЗ ВКР

Консультанты

Экономическая часть

к.э.н., доцент

/А.В. Прокопьев/

«___» _____ 2019 г.

Безопасность жизнедеятельности

к.т.н., доцент

/В.В. Столяров/

«___» _____ 2019 г.

Руководитель работы

к.т.н., доцент

/Е.В. Юрасова/

«___» _____ 2019 г.

Автор работы

обучающийся группы НвФл-431

/А.А. Яковлева/

«___» _____ 2019 г.

Нормоконтролер

старший преподаватель

/Л.Н. Буйлушкина/

«___» _____ 2019

АННОТАЦИЯ

Яковлева А.А. Проект полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки. – Нижневартовск: филиал ЮУрГУ, НвФл-431, 65 с., 18 ил., 19 табл., библиогр. список – 27 наим., 2 прил.

Данная выпускная квалификационная работа представляет собой разработку проекта автоматизации полевого уровня кустовой площадки скважин, расположенной на Западно-Усть-Балыкском месторождении. Предоставлена характеристика объекта автоматизации. Изучена предметная область. Выполнен расчет технико-экономической эффективности от внедрения АСУ ТП. Предоставлены рекомендации и требования по обеспечению безопасности жизнедеятельности. Проведен литературный обзор. Разработаны схемы автоматизации.

					ЮУрГУ-12.03.01.2019.120.ПЗ ВКР										
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Проект полевого уровня АСУ ТП										
<i>Разработал</i>	<i>Яковлева</i>										<i>Лит.</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	<i>Юрасова</i>										<i>В</i>	<i>К</i>	<i>Р</i>	<i>5</i>	<i>65</i>
<i>Н.контр.</i>	<i>Буйлушкина</i>										<i>Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Нижневартовске</i>				
<i>Утвердил</i>	<i>Рябова И.Г.</i>														

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР.....	9
1.1 Описание объекта автоматизации.....	9
1.2 Автоматизация технологического процесса.....	10
1.3 Технические средства нижнего уровня АСУ ТП.....	12
1.4 Технические средства среднего уровня АСУ ТП.....	15
1.5 Технологии передачи данных.....	16
1.6 Перспективы АСУ ТП.....	20
1.7 Требования к оборудованию.....	22
2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА.....	24
2.1 Выбор оборудования нижнего уровня.....	24
2.2 Выбор оборудования среднего уровня.....	29
2.3 Алгоритм работы контроллера телемеханики.....	39
2.4 Схемы проекта автоматизации.....	41
3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	42
3.1 Состав работ по проектированию.....	42
3.2 Расчет затрат на реализацию проекта.....	43
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	49
4.1 Идентификация потенциальных опасностей.....	49
4.2 Мероприятия по обеспечению безопасности.....	50
4.3 Расчет ударной волны.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	58
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМЫ ПРОЕКТА ПОЛЕВОГО УРОВНЯ АСУ ТП КУСТОВОЙ ПОЩАДКИ.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КОМПАКТ-ДИСК.....	66

ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития промышленного производства характеризуется переходом к использованию передовых технологий, стремлением добиться предельно высоких эксплуатационных характеристик как действующего, так и проектируемого оборудования, необходимостью свести к минимуму любые производственные потери. Это возможно только при условии существенного повышения качества управления промышленными объектами, в том числе при широком применении автоматизированных систем [22].

Технико-экономические предпосылки создания автоматической системы управления технологическим процессом (далее – АСУ ТП) объясняются, прежде всего, ростом производственных масштабов, усложнением процессов производства, увеличением единичной мощности оборудования, использованием форсированных режимов (повышение температуры, давления, скорости срабатывания систем) появлением установок и целых производств, способных функционировать в критических режимах, усложнением связей между отдельными частями технологического процесса. Зачастую практически единственным источником расширения производства становится рост производительности труда вследствие его автоматизации.

Цель выпускной квалификационной работы (далее – ВКР) – проектирование нижнего и среднего уровней АСУ ТП вновь вводимой в эксплуатацию кустовой площадки на Западно-Усть-Балыкском нефтегазовом месторождении.

Задачи ВКР: обзор предметной литературы и области, выбор оборудования, разработка схем проекта АСУ ТП, оценка экономической эффективности, рассмотрение вопроса безопасности жизнедеятельности.

Объект разработки – кустовая площадка скважины Западно-Усть-Балыкского месторождения.

Предмет разработки – полевой уровень АСУ ТП.

В первом разделе проведен обзор литературы в области АСУ ТП, рассмотрены виды датчиков, контроллеры и технологии передачи данных, используемые при автоматизации кустовых площадок скважин, а также рассмотрена предметная область. Поставлены цели и задачи.

Во втором разделе произведен выбор оборудования нижнего и среднего уровней АСУ ТП, а также оборудования связи. Разработаны алгоритм работы контроллера телемеханики, структурные схемы проекта АСУ ТП кустовой площадки.

В третьем разделе определены капитальные вложения на реализацию проекта и рассчитана экономическая эффективность проекта.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности при эксплуатации кустовой площадки и рассчитано безопасное расстояние для установки оборудования среднего уровня.

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

1.1 Описание объекта автоматизации

На предприятии «НижневартовскНИПИнефть» необходимо разработать проект автоматизации новой кустовой площадки добывающей скважины. Вновь вводимая в эксплуатацию кустовая площадка расположена на Западно-Усть-Балыкском месторождении, находящемся в ведении партнера «Славнефть». Данное месторождение относится к категории мелких по запасам, а по геологическому строению – к очень сложным из-за высокой обводненности и сложного пластового состава.

Процесс добычи нефти на площадке скважины заключается в подъеме нефти из скважины погружным электрическим центробежным насосом (далее – ЭЦН). Продукция добывающей скважины под давлением, развиваемым ЭЦН, из скважины по выкидному трубопроводу поступает в групповую замерную установку, расположенную на другой кустовой площадке.

Производственные стоки скважины с помощью насоса поступают в подземную дренажную емкость ЕП-8-2000-1800-3 без подогрева объемом 8м³. Откачка стоков из дренажной емкости по мере заполнения осуществляется с помощью передвижного насосного агрегата.

Максимальные уровни добычи:

- нефти – 5 т/сут;
- жидкости – 30 м³/сут.

Информация кустовой площадки будет передаваться в существующий диспетчерский пункт по технологии беспроводного широкополосного доступа, что обусловлено несколькими причинами. Технологические объекты для добычи нефти как правило распределены на большой площади и расположены в труднодоступных местах. Расстояния до отдельных кустов могут достигать несколько десятков километров, путь при этом может проходить через болота и реки, а доступность объектов сильно зависит от времени года и погодных условий.

Состав и количество технологического оборудования, размещенного на обустраиваемой кустовой площадке, приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Состав и количество оборудования, размещенного на обустраиваемой кустовой площадке

Наименование	Количество, шт.
Скважина добывающая с ЭЦН	1
Емкость дренажная подземная ЕП-8-2000-1800-3 Р = 0,07 МПа, V = 8 м ³	1

1.2 Автоматизация технологического процесса

Автоматическая система управления технологическим процессом обеспечивает контроль и управление технологическим процессом в автоматическом и автоматизированном круглосуточном режиме в соответствии с заданными алгоритмами управления без присутствия оперативного персонала [22].

Среди функций, выполняемых автоматическими системами управления, выделим наиболее значимые:

- управляющая функция, в результате которой формируются и реализуются управляющие воздействия на технологический объект управления.
- информационная функция, назначением которой является сбор, обработка и представление информации о состоянии технологического объекта диспетчеру или передача данной информации для дальнейшей обработки.
- вспомогательная функция не имеет потребителя за пределами системы и ее сущность состоит в слежении за функционированием самой системы автоматизации в целом, а именно: функционированием технических средств системы, контролем над их состоянием, хранением информации и т.п.

Система автоматизации технологического процесса структурно представляет собой три уровня иерархии, обеспечивающих контроль и управление: нижний, средний и верхний (Рисунок 1.1).

К нижнему (полевому) уровню относятся:

- датчики и сенсоры, измеряющие ход технологического процесса;
- исполнительные комплексы, изменяющие режим его протекания.



Рисунок 1.1 – Структура АСУ ТП

Средний (промышленный) уровень реализует контроль и управление и представлен промышленными контроллерами. Контроллеры собирают информацию о значениях измеренных величин с датчиков и сенсоров нижнего уровня, производят первичную обработку этой информации и передают, при необходимости, управляющие воздействия на исполнительные механизмы.

Верхний (операторский) уровень АСУ ТП базируется на основе серверов, операторских (диспетчерских) и инженерных станций. Серверы производят вторичную углубленную математическую и логическую обработку информации, полученной от контроллеров по промышленной сети, и записывают ее в базы данных для хранения. На рабочие станции операторов по информационной сети передаются собранные серверами необходимые измеренные значения величин, вычисленные данные о работе технологического комплекса, рассчитанные серверами показатели и различные сведения и сообщения, переданные от технических средств всех уровней [3].

На верхнем уровне решаются задачи диспетчеризации процесса, оптимизации режима эксплуатации, подсчета технико-экономических показателей

производства, визуализации и архивации данных, диагностики и коррекции программного обеспечения системы. Решение перечисленных задач требует участие оператора, а значит и организацию человеко-машинного интерфейса (HMI – Human Machine Interface) [16].

Для осуществления контроля над распределенной системой машин, механизмов и агрегатов применяется SCADA система (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных). В общем случае перечень задач, решаемых SCADA системой, включает в себя обмен данными с программируемыми логическими контроллерами в режиме реального времени через драйверы ввода-вывода информации, вторичную обработку информации в режиме реального времени, логическое управление, отображение информации на мониторе диспетчера (оператора) в удобной и доступной для восприятия форме, ведение базы данных (далее – БД) реального времени с технологической информацией, аварийную сигнализацию и управление тревожными сообщениями, подготовку и генерирование отчетов о ходе технологического процесса, обеспечение связи с АСУ ТП [14].

При получении данных SCADA система самостоятельно сравнивает их с заданными значениями управляемых параметров (установками) и при отклонении от задания уведомляет оператора с помощью тревог, позволяя ему предпринять необходимые действия. При этом система записывает все происходящее, включая действия оператора, обеспечивая контроль действий оператора в случае аварии или другой нештатной ситуации. Таким образом, обеспечивается персональная ответственность управляющего оператора [26].

1.3 Технические средства нижнего уровня АСУ ТП

Для автоматического управления и регулирования различными производственными процессами необходимо измерить, а затем поддерживать в определенных пределах или измерять согласно технологическому процессу какую - либо физическую величину. Для измерения неэлектрической величины ее

необходимо сначала преобразовать в другую величину, удобную для усиления, передачи на расстояние и хранения. Чаще всего эти неэлектрические величины преобразуются в электрические, пневматические или гидравлические величины, пропорциональные неэлектрической величине. Указанные измерения и преобразования осуществляются с помощью датчиков (преобразователей).

Датчики представляют собой чувствительные элементы, предназначенные для измерения неэлектрических физических величин и преобразования их в физические величины другой физической природы, более удобные для усиления, хранения и передачи. В автоматизации датчик предназначен воспринимать и преобразовывать параметр, характеризующий протекание технологического процесса. Величина, воспринимаемая и контролируемая датчиком, называется входной величиной. Величина, преобразованная датчиком, называется выходной величиной [27].

Рассмотрим основные виды датчиков, применяемых на площадках скважин.

1.3.1 Датчики давления

В основе большинства датчиков давления положен принцип преобразования давления в механическое перемещение. Кроме механических систем, представленных мембранами и трубчатыми пружинами, для измерения давления применяются также электрические и тепловые системы.

Механические воспринимающие органы датчиков давления представлены:

- пружинными системами: мембранные (плоские, гофрированные, мягкие), сильфонные, манометрические трубчатые пружины;
- поршневыми системами;
- жидкостными датчиками давления (U-образные системы).

Наиболее широко применяются датчики давления с пружинными системами. Виды пружин изображены на рисунке 1.2.

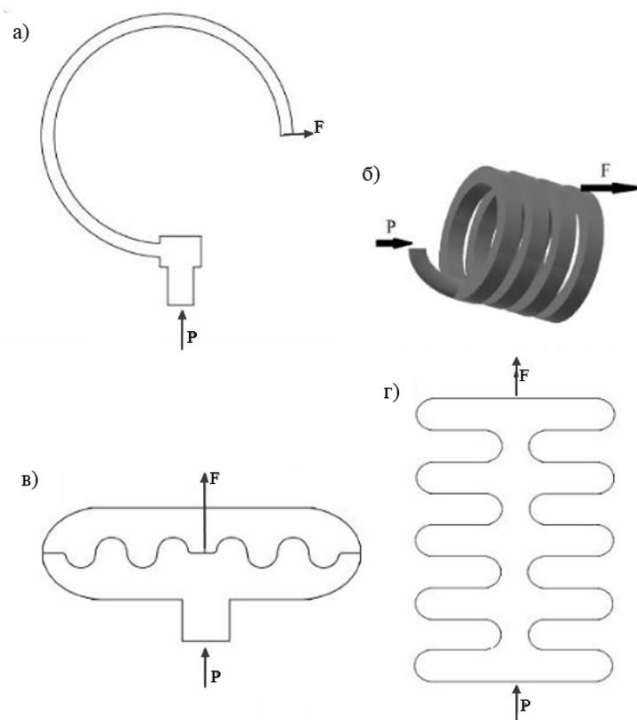


Рисунок 1.2 – Упругие пружины: одновитковые (а), многовитковые (б), плоские мембраны (в) и сильфоны (г) [27]

Принцип действия пружинных датчиков давления основан на возникновении упругой деформации пружины, которая является чувствительным элементом прибора. При изменении давления внутри или снаружи пружины возникает ее деформация. Изменение формы пружины передается на подвижную часть прибора со стрелкой, перемещающейся по шкале: при снятии давления чувствительный элемент принимает первоначальную форму.

1.3.2 Датчики уровня

Преобразователи уровня предназначены для измерений уровня жидкости и гидростатического давления. Чрезвычайно распространенными являются поплавковые преобразователи. Состоят из поплавка – органа, воспринимающего уровень жидкости; промежуточного органа механической связи, который преобразует и передает механическое воздействие на выходной орган – преобразователь перемещения.

Магнитострикционный уровнемер представляет собой волновод с прикрепленным к нему поплавками с магнитами, имеющими возможность свободно перемещаться вдоль волновода в соответствии с уровнем жидкости в резервуаре. При подаче ультразвукового импульса в верхнюю часть волновода, поплавков с магнитом за счет явления магнитострикции оказывает механическое воздействие на волновод. Ультразвуковой импульс, отразившись от этого воздействия, направляется в верхнюю часть волновода, в которой осуществляется измерение времени его возвращения [27].

1.4 Технические средства среднего уровня АСУ ТП

На среднем уровне АСУ ТП устанавливают контроллеры, обеспечивающие контроль и управление технологическим процессом и участвующие в организации передачи данных.

Программируемый логический контроллер (далее – ПЛК) – цифровая электронная система, предназначенная для применения в производственной среде, использующей программируемую память для внутреннего хранения ориентированных на потребителя инструкций по реализации таких функций, как логика, установление последовательности, согласование по времени, счет и арифметические действия для контроля посредством цифрового или аналогового ввода/вывода данных различных видов машин или процессов. Как ПЛК, так и связанные с ними периферийные устройства разрабатываются таким образом, чтобы они могли легко интегрироваться в любую промышленную систему управления с применением всех встроенных в них функций.

Система с программируемым контроллером – создаваемая потребителем конфигурация, состоящая из ПЛК и соответствующих периферийных устройств, необходимых для работы автоматизированной системы. Она состоит из блоков, взаимосвязанных с помощью кабелей или штекерных разъемов при постоянной установке и с помощью кабелей и других средств при подключении переносных или мобильных периферийных устройств [13].

Для современных решений автоматизации в различных отраслях промышленности задачи сбора данных с удаленных и распределенных объектов не менее важны, чем системы управления технологическим процессом. Причем для наибольшей эффективности данные должны передаваться в реальном времени для оперативного контроля и накапливаться на удаленной системе сбора данных (архиваторе) для дальнейшей передачи всего архива на центральный сервер. Часы у контроллеров телемеханики должны быть синхронизированы, а передаваемая информация – содержать метки времени, для того чтобы анализ данных на центральном сервере проходил эффективнее. При отсутствии связи данные должны записываться и храниться в памяти контроллера и при ее восстановлении передаваться на центральный сервер [22].

1.5 Технологии передачи данных

Для организации технологии передачи данных между уровнями АСУ ТП используют сетевые технологии. Сеть – это совокупность объектов, образуемых устройствами передачи и обработки данных. Международная организация по стандартизации определила вычислительную сеть как последовательную бит-ориентированную передачу информации между связанными друг с другом независимыми устройствами.

Сети обычно находятся в частном ведении пользователя, и занимают некоторую территорию и по территориальному признаку разделяются на:

- локальные вычислительные сети (далее – ЛВС) или Local Area Network (LAN) объединяют абонентов, расположенных в пределах небольшой территории (до 10-15 км). ЛВС принято называть корпоративными сетями, т.к. они обычно размещаются в рамках одной организации;

- распределенные компьютерные сети, глобальные или Wide Area Network (WAN) объединяют абонентов, удаленных друг от друга на значительное расстояние, часто находящихся в различных городах или странах. Взаимодействие между абонентами такой сети может осуществляться на базе проводных линий

связи, систем радиосвязи и даже спутниковой связи. В качестве примеров распределенных сетей очень большого масштаба можно назвать: Internet, EUNET, Relcom, FIDO [1].

В состав сети в общем случае включаются следующие элементы:

- сетевые компьютеры (оснащенные сетевым адаптером);
- каналы связи (кабельные, спутниковые, телефонные, цифровые, волоконно-оптические, радиоканалы и др.);
- преобразователи сигналов;
- сетевое оборудование.

Рассмотрим распространенные технологии передачи данных, применяемые в организации каналов передачи между датчиками и контроллерами.

1.5.1 Токовый интерфейс

Интерфейс токовая петля 4-20 мА – один из самых старых, и в то же время самых надежных и помехоустойчивых стандартов передачи информации на большие расстояния. Основным его применением являются промышленные системы автоматике. Аналоговая токовая петля применяется для передачи аналогового сигнала по паре проводов. Значение силы тока 4 мА соответствует минимальному значению сигнала, а 20 мА – максимальному значению сигнала. Такой токовый диапазон позволяет диагностировать обрыв линии и короткое замыкание, т.к. возникает нулевое значение тока в цепи. Недавно, в связи с распространением цифровых методов управления, для систем на основе токовой петли разработан протокол HART (Highway Addressable Remote Transducer), позволяющий использовать одну линию связи для одновременной передачи аналогового и цифрового сигналов за счет наложения на аналоговый сигнал высокочастотных несущих с амплитудой $\pm 0,5$ мА, модулированных по частоте или фазе [1].

1.5.2 Интерфейс RS-485

Интерфейс RS-485 представляет собой полудуплексный интерфейс передачи данных с разделением по времени. В данном стандарте физический уровень передачи и приёма данных базируется на одной витой паре проводов. Данные передаются с помощью дифференциальных сигналов: логическая единица представлена разностью потенциалов между двумя проводниками одной полярности, ноль – разница другой полярности. Значение потенциалов соответствует диапазону $-7\dots+12$ В [1].

Полудуплексный режим предполагает передачу данных в обоих направлениях по одному каналу связи с помощью разделения по времени, т.е. передача ведется только в одном направлении в любой момент времени. На рисунке 1.3 представлен принцип работы полудуплексного режима. Передатчик станции А передает данные приемнику на станции В. Для передачи в обратном направлении используется процедура переключения линии. После этого передатчик станции В получает возможность связаться с приемником станции А. Из-за задержки, возникающей при переключении линии связи, снижается объем данных, передаваемый по каналу [23].

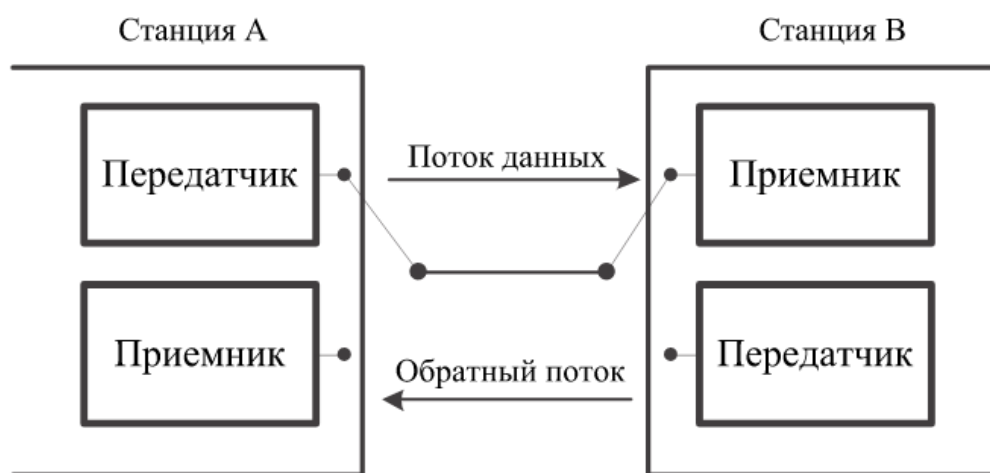


Рисунок 1.3 – Полудуплексный режим передачи данных.

В настоящее время, благодаря дешевизне и лёгкости монтажа, интерфейс RS-485 является самым распространённым решением в промышленности при создании АСУ ТП для построения кабельных локальных сетей.

Основные характеристики:

- максимальная длина одного сегмента – 1200 м;
- максимальная скорость передачи – 30 Мбит/с;
- максимальное количество узлов в сети – 256;
- максимальное количество приемников в одном сегменте – 32.

1.5.3 Технология Ethernet

Наибольшее распространение среди кабельных сетей передачи данных получила технология Ethernet – технология передачи компьютерных сетей, ориентированная изначально для ЛВС, но впоследствии ставшая глобальной транспортной технологией. Архитектура определяется стандартом IEEE 802.3. Сеть создается на основе технологий коммутации и методе разделения среды передачи данных – множественном доступе с прослушиванием несущей и обнаружением коллизий. Передача данных на физическом уровне осуществляется со скоростью 10 Мбит/с, при этом используется манчестерское кодирование. Информация передается в виде кадров (Рисунок 1.4), состоящих из семи частей [2].

ПРЕАМБУЛА	НО	АП	АО	ДЛИНА/ТИП	ДАННЫЕ	КС
-----------	----	----	----	-----------	--------	----

Рисунок 1.4 – Формат кадра Ethernet

где: НО – начальный ограничитель;

АП – адрес получателя;

АО – адрес отправителя;

КС – поле контрольной суммы.

Режим передачи сигнала – дуплексный с использованием двух каналов связи.

Физический уровень рассмотренных технологий передачи данных реализуется на витой паре. Витой парой (twisted pair) называется скрученная пара изолированных проводов. Скручивание проводов позволяет снизить влияние внешних и внутренних помех. Чем меньше уровень помех при заданном уровне сигнала, тем с большей скоростью возможна передача информации. Для лучшей защиты от помех применяют экранирование, которое применяется как к отдельным витым парам, так и к кабелю в целом в виде общего экрана. Для защиты от низкочастотных помех используют экран из алюминиевой фольги, для защиты от высокочастотных – медную оплетку. Экранированная витая пара хорошо защищает пользователей сети от внешних помех, а также меньше излучает электромагнитные колебания вовне, что защищает пользователей сетей от вредного для здоровья излучения [1].

1.5.4 Беспроводной широкополосный доступ

Для организации связи кустовой площадки с диспетчерским пунктом применяется беспроводная связь. Беспроводная связь – связь, использующая для передачи информации электромагнитные излучения, передаваемые без применения проводов. Данная технология связи используется при большой удаленности объектов и при невозможности прокладки проводов [1].

Преимущество беспроводного широкополосного доступа заключается в возможности организации базовой станцией радиоканала для нескольких абонентских станций. При этом топология такой сети называется «точка – много точек» и широко применяется для связи кустовых площадок с операторскими пунктами.

1.6 Перспективы АСУ ТП

Развитие устройств автоматизации полевого уровня идет по пути увеличения их функциональности. Появление полевых шин для коммуникации полевых устройств с верхним уровнем дало возможность не только получать информацию от полевого

оборудования и управлять им, но и создавать распределенные интеллектуальные системы, работающие без участия центрального контроллера.

Применение интеллектуальных устройств дает возможность удовлетворить потребности повышения производительности, облегчения труда обслуживающего персонала и продолжительного срока автономной работы оборудования. Интеллектуальные устройства – это многофункциональные устройства, способные одновременно фиксировать несколько параметров процесса при помощи целого ряда внутренних датчиков и передавать данные в цифровом виде. Интеллектуальные устройства способны отвечать на запросы или предоставлять информацию о состоянии оборудования в систему автоматизации, или на другие работающие в сети системы. Кроме того, интеллектуальные устройства снижают количество неполадок и перебоев, поскольку сообщают обслуживающему персоналу о текущих или ожидаемых неблагоприятных изменениях в работе еще до того, как прибор окончательно выйдет из строя. Несомненные аварии легко обнаруживаются большинством типов измерительных приборов, но лишь интеллектуальные устройства позволяют обнаружить незначительные нарушения, которые могут привести к отклонению в параметрах и часто становятся прелюдией к возникновению аварии [15].

Набирают популярность методы и средства беспроводной передачи данных. Лидирующие производители оборудования промышленной АСУ ТП предлагают контрольно-измерительные приборы (далее – КИП) со встроенными модулями беспроводной передачи данных на базе протокола WirelessHART. Применение беспроводного оборудования позволяет сократить финансовые затраты и сроки запуска оборудования за счет исключения кабельной инфраструктуры.

До сих пор применение данных устройств не получило массовый характер, что обуславливается наличием ряда нерешенных технических задач, среди которых можно выделить помехоустойчивость, кибербезопасность, емкость элементов питания, дальность связи (около 3 км).

1.7 Требования к оборудованию

На кусте скважины в целях автоматизации на нижнем уровне требуется установить следующие датчики:

- сигнализации максимального уровня дренажной емкости;
- контроля и сигнализации предельных отклонений давления в выкидной линии;
- дистанционного контроля давления в буферном и затрубном пространстве скважины;
- портативный сигнализатор для определения довзрывных концентраций взрывоопасных газов.

На среднем уровне необходимы контроллеры, осуществляющие:

- сигнализации состояния электродвигателя ЭЦН и его отключение при недопустимом отклонении давления в выкидной линии;
- дистанционный контроль (чтение/запись) массива информации от контроллера системы управления ЭЦН (контроллер телемеханизации).

Необходимо установить уличную камеру видеонаблюдения в целях обеспечения безопасности объекта.

При выборе необходимого оборудования для АСУ ТП необходимо учитывать климатические особенности региона. Климатическое исполнение и категория контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации в зависимости от воздействия климатических факторов внешней среды выбираются в соответствии с требованиями государственного стандарта [10]. За расчетную минимальную температуру окружающего воздуха принята средняя температура окружающего воздуха наиболее холодной пятидневки равная минус 43°С [20]. Если оборудование не способно функционировать при данных температурах, то оно должно размещаться в обогреваемых боксах (шкафах).

Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации устанавливаются во взрывоопасной зоне, поэтому должны быть взрывозащищенного исполнения, иметь соответствующий классу взрывоопасной

зоны уровень защиты [6]. Оборудование, устанавливаемое на среднем уровне, должно размещаться на безопасном расстоянии от взрывоопасных объектов [11].

Технические средства полевой автоматики должны иметь степень защиты корпуса от проникновения твердых предметов и воды не ниже IP65 для компонентов, устанавливаемых вне помещений, не ниже IP42 – внутри помещений. Если оборудование не обеспечивает необходимой степени защиты, оно должно быть установлено в шкафы и корпуса [9].

Выводы по разделу один:

В данном разделе проведен аналитический обзор источников информации в области автоматизации технологического процесса. В результате анализа литературы и предметной области были сформулированы требования к разработке АСУ ТП кустовой площадки скважин, цели и задачи ВКР. Система автоматизации имеет несколько уровней иерархии, которые различаются техническими средствами, кругом решаемых задач и технологией передачи данных. Внедрение автоматизированных систем управления, приводит к увеличению количества продукции и улучшению его качества.

2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА

В данном разделе рассматриваются вопросы проектирования полевого уровня АСУ ТП. Представлен выбор необходимого оборудования с учетом выявленных требований и выполняется разработка алгоритма работы контроллера телемеханики, структурной и технологической схем АСУ ТП, а так же схемы автоматизации куста скважин и структурной схемы связи.

2.1 Выбор оборудования нижнего уровня

2.1.1 Контроль давления

1) Требуется установить датчик для дистанционного контроля избыточного давления дебитов в буферном и затрубном пространстве скважины.

На сегодняшний день на рынке представлены отечественные датчики давления АИР-10ExdSH-ДИ производителя «Элемер» и Метран-150 производителя «Метран». Аналогом является датчик EJX510A японской компании «Yokogawa Electric Corporation». Характеристики датчиков представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристики датчиков давления

Наименование характеристики	АИР-10ExdSH-ДИ	Метран-150	EJX510A
Диапазон измерений, МПа	0...60	0...40	0...50
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	0,1	0,2	0,1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, % на каждые 10°С	± 0,08%	± 0,15 %	± 0,15%
Напряжение питания, В	24	12-42	24
Потребляемая мощность, Вт	0,7	0,8	0,7
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С	-60...+80	-55...+85	-40...+80
Выходной сигнал	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА
Степень защиты оболочки	IP 67	IP 66	IP 66
Вид взрывозащиты	0ExdIICT6 X	1ExdIICT6 X	EEExdIICT5
Межповерочный интервал, лет	5	5	3
Средний срок службы, лет	12	10	10
Габаритные размеры, мм	144×78×170	180×140×202	350×250×300
Масса, кг	0,8	1,7	1,5

В результате сравнения выбран датчик АИР-10ExdSH-ДИ, т.к. он имеет низкую стоимость и обладает хорошими характеристиками по сравнению с аналогами. Интеллектуальный малогабаритный датчик давления АИР-10ExdSH-ДИ предназначен для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал входной измеряемой величины. Датчик оснащен тензорезистивным сенсором с металлической или керамической мембраной, имеющей высокую перегрузочную способность и стойкость к агрессивным средам. Внешний вид датчика представлен на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Внешний вид датчика давления АИР-10ExdSH-ДИ

2) Для контроля давления в выкидном трубопроводе добывающей скважины необходимо установить манометр показывающий сигнализирующий минимальное и максимальное значения давления (0,5 и 4,0 МПа соответственно). Для проекта выбраны представленные на рынке отечественные манометры, такие как ДМ2005Сг1Ех производителя «Манотомь» и ЭКМ100НВм производителя «Росма». Основные характеристики вышеуказанных приборов приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристики манометров

Наименование характеристики	ДМ2005Сг1Ех	ЭКМ100НВм
Диапазон измерений, МПа	0...160	0...60
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	1,5	2,5
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С	-60...+70	-50...+50
Относительна влажность, %	98	95
Выходной сигнал	4-20 мА, RS-485	4-20 мА
Степень защиты	IP 65	IP 40
Вид взрывозащиты	1ExdIIВТ4	1ExdIIВТ4 X
Межповерочный интервал, лет	2	2
Масса, кг	1,4	1,05
Средний срок службы, лет	10	10

Манометр показывающий сигнализирующий ДМ2005Сг1Ех превосходит аналог по классу точности и диапазону рабочих температур, поэтому является лучшим вариантом для проекта. Манометр предназначен для измерения избыточного давления некристаллизующихся жидкостей и управления электрическими внешними цепями от сигнализирующего устройства с помощью включения или отключения контактов в схемах сигнализации автоматике и блокировки технологического процесса. Внешний вид датчика представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Внешний вид манометра ДМ2005Сг1Ех

2.1.2 Контроль уровня

Для измерения уровня жидкости и сигнализации максимального значения в дренажной емкости необходимо установить уровнемер. Среди датчиков уровня распространены отечественные ПЛП-1000Н-Ех производителя «ОКБ Вектор» и ДУУ4М производителя «Альбатрос». Иностраный аналог – Rosemount 3300 компании «Emerson Process Management/ Rosemount Inc». Основные характеристики данных датчиков приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Характеристики датчиков уровня

Наименование характеристики	ПЛП-1000Н-Ех	ДУУ4М	Rosemount 3300
Диапазон измерений, м	0,1...4	0,1...25	0,1...23,5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, мм	± 0,5	± 1	± 1
Предел дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С, %	0,005	0,02	0,01
Напряжение питания, В	12-36	12-24	16-42
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С	-55...+85	-45...+75	-40...+85
Интерфейс	4-20 мА, RS-485	4-20 мА, RS-485	4-20 мА, RS-485
Степень защиты	IP 65	IP 66	IP 66
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIIВТ5 X	1ExibIIВТ5 X	1ExdIIСТ6
Межповерочный интервал, лет	2	3	2
Срок службы, лет	10	8	10
Габаритные размеры, мм	50×27×180	253×162×140	650×105×530
Масса блока, кг	5	5,5	5

Для сигнализации уровня в дренажной емкости был выбран преобразователь магнитострикционный ПЛП-1000Н-Ех, т.к. он обладает высокой точностью измерения, широкий температурный диапазон, низкой стоимостью и меньшими габаритными размерами по сравнению с аналогами. Данный уровнемер предназначен для автоматического измерения линейного расстояния от начальной точки отсчета до одного или нескольких подвижных поплавков и позволяет создавать на своей основе интеллектуальные измерительные комплексы. Внешний вид датчика представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Внешний вид уровнемера ПЛП-1000Н-Ех

2.1.3 Контроль концентраций газа

На кустовой площадке присутствует вероятность утечки газов, определенная концентрация которых может привести к взрыву. Для защиты обслуживающего персонала необходимо предусмотреть портативный сигнализатор для определения довзрывных концентраций взрывоопасных газов. Сравним газоанализатор GasAlertMicroClipXL иностранного производителя «BW Technologies by Honeywell» и отечественный «Сигнал-4» производителя «Промприбор-Р», основные характеристики которых приведены в таблице 2.4.

Для проекта был выбран GasAlertMicroClipXL, потому что обладает лучшими характеристиками по отношению к отечественному аналогу «Сигнал-4». Основное назначение газоанализатора непрерывное автоматическое измерение довзрывоопасной концентрации горючих газов, паров и их смесей в воздухе рабочей зоны, а также световая и звуковая сигнализация о превышении измеряемой величины установленных пороговых значений. Прибор способен

анализировать и выдавать сведения о следующих газах: угарный газ, сероводород, кислород, горючие газы. Внешний вид газоанализатора представлен на рисунке 2.4.

Таблица 2.4 – Характеристики газоанализаторов

Наименование характеристики	GasAlertMicroClipXL	Сигнал-4
Концентрация метана, %	0...100	0...50
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, %	±5	±5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, % на каждые 10°C	± 0,3	±2,5
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °C	-40...+50	-20...+40
Степень защиты оболочки	IP 68	IP 54
Влажность, %	0...95	0...95
Время работы аккумулятора, ч, не менее	18	16
Время зарядки аккумулятора, ч	3	6
Маркировка взрывозащиты	0ExiaIICT4GaX	1ExibdbIIBT4GbX
Время установления показаний, с, не более	10	10
Срок службы, лет	10	10
Габаритные размеры, мм	113×60×32	194×92×36
Масса, г	190	320



Рисунок 2.4 – Внешний вид газоанализатора GasAlertMicroClipXL

2.2 Выбор оборудования среднего уровня

Для автоматизации среднего уровня технологического процесса кустовой площадки необходимо осуществить выбор станции управления насосом ЭЦН и

контроллера телемеханики. Данное оборудование устанавливается в безопасной зоне и не имеет взрывозащиты.

2.2.1 Станция управления ЭЦН

Станция управления скважины, оборудованной ЭЦН с электроприводом, должна обеспечивать:

- автоматическое отключение электрического двигателя насоса в случае возникновения аварийной ситуации;
- запуск и остановку электродвигателя по команде, подаваемой с диспетчерского пульта;
- запуск и остановку электродвигателя в случае перерывов электропитания;
- запуск электродвигателя после возобновления подачи электричества.

Производством станций управления занимаются такие крупные компании, как «Электон» и «Борец». Рассмотрим СУ данных производителей. Основные характеристики СУ «Электон-04» и «Борец-04» представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Основные технические характеристики станций управления

Наименование характеристики	Электон-04	Борец-04
Номинальное напряжение питания (50±1 Гц), В	380	380
Диапазон отклонения питающего напряжения от номинального значения, %	-60...+40	-25...+25
Номинальный ток первичной силовой цепи, А, не более	250	250
Мощность подключаемого электродвигателя, кВт, не более	100	70
Температурный диапазон, °С	-60...+40	-40...+55
Степень защиты	IP43	IP43
Схема управления	контроллер «Электон-10.1»	контроллер «Квант-1»
Габаритные размеры, мм, не более	1735×800×640	1762×813×686
Масса, кг, не более	110	250

Станция управления «Электон-04» (Рисунок 2.5) обладает лучшими техническими характеристиками по сравнению со станцией «Борец-04». Данная СУ предназначена для управления трехфазным асинхронным двигателем с

короткозамкнутым или фазным ротором распространенной общепромышленной серии, а также для его защиты и регулирования частоты вращения.

Особенности «Электон-04»:

- входные цепи выполнены на более высокое напряжение для повышения устойчивости при кратковременных перенапряжениях;
- стабилизация выходного напряжения при эксплуатации от нестабильной питающей сети;
- встроенный фильтр предназначен для уменьшения коэффициента несинусоидальности напряжения на входе СУ;
- собственный или встроенный счетчик для учета потребляемой активной и реактивной электроэнергии;
- USB-порт для съема информации на стандартный USB накопитель;
- LAN-порт для подключения в сеть Ethernet по протоколу Modbus TCP.

Станции ЭЦН поставляются как законченные изделия, не требующие дополнительного программирования и программных настроек. Поэтому запись программы в контроллер может потребоваться только в случае замены контроллера или для записи обновленной версии программного обеспечения.



Рисунок 2.5 – Внешний вид станций управления Электон-04

2.2.2 Контроллер телемеханики

Кустовой контроллер телемеханики предназначен для работы в системах автоматизированного управления процессом нефтедобычи и обеспечения:

- оптимизации режимов работы оборудования;
- получения данных от станций управления;
- получения оперативной информации о состоянии объекта по сети телемеханики с помощью радиомодема или радиостанции;
- оперативного выявления аварийных ситуаций и несоответствия режимов эксплуатации оборудования.

Ведущим производителем кустовых контроллеров телемеханики является фирма «Интротест», г. Екатеринбург. Основные характеристики контроллеров данного производителя приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Характеристики контроллеров телемеханики

Наименование характеристики	СТМ-ZK2.91	СТК-Z181.80
Кол-во аналоговых входов	16	4...96
Разрядность аналого-цифрового преобразования	12	12
Диапазон преобразования входных токовых сигналов, мА	0...20	0...20
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности аналого-цифрового преобразования, %	± 0,2	± 0,2
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности АЦП, вызванной измерением температуры окружающего воздуха на каждые 10°C, %	± 0,1	± 0,1
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °C	-40...+60	-40...+60
Потребляемая мощность, В·А, не более	100	70
Степень защиты	IP 66	IP 44
Класс оборудования по способу защиты от поражения электрическим током	I	I
Межповерочный интервал, лет	3	3
Средний срок службы, лет, не менее	10	8
Габаритные размеры, мм, не более	305×287×220	900×1800×800

Из таблицы 2.6 видим, что контроллер СТМ-ZK2.91 имеет меньшие габаритные размеры и лучшую степень защиты корпуса. Контроллер является конфигурируемым, проектно-компонруемым, модульным промышленным контроллером. Включает в себя управляющий работой процессор,

резервированный блок питания, модули ввода/вывода аналоговых и дискретных сигналов, коммуникационные и коммутационные модули. Внешний вид контроллера телемеханики СТМ-ZK2.91 представлен на рисунке 2.6.

Принцип действия СТМ-ZK2.91 заключается в измерении унифицированных аналоговых сигналов, поступающих на его входы от первичных измерительных преобразователей, которые затем преобразуются в цифровые коды, поступающие на процессор, который, в свою очередь, передает информацию на верхний уровень. Контроллер имеет интерфейсы RS-232 и RS-485 (протокол Modbus), Ethernet (протокол TCP/IP). Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – высокий.



Рисунок 2.6 – Внешний вид контроллера телемеханики СТМ-ZK2.91

Для корректной работы нефтегазодобывающей площадки необходим контроль и управление технологическими установками. Так как кусты скважин разбросаны на большой территории, вся измерительная информация передается в единый диспетчерский пункт с помощью системы широкополосного

беспроводного доступа. Точка подключения к сети широкополосного беспроводного доступа, находящаяся на проектируемом кусте скважин, должна включать в себя:

- абонентский модуль;
- источник бесперебойного питания;
- коммутатор;
- подавитель перенапряжений.

Для передачи данных АСУ ТП с кустов скважин на предприятии применена система широкополосного беспроводного доступа компании Motorola. Т.к. информация с кустовой площадки передается в существующий диспетчерский пункт с существующей базовой станцией, установим оборудование, аналогичное существующим кустовым площадкам Западно-Усть-Балыкского месторождения. В организации радиоканала передачи данных будет использоваться абонентский модуль Motorola Canopy T60-2400SMDD на частоте 2,4 ГГц со встроенной 60-градусной антенной (Рисунок 2.7).

Основные характеристики абонентского модуля Motorola Canopy T60-2400SMDD представлены в таблице 2.7.



Рисунок 2.7 – Внешний вид абонентского модуля Motorola Canopy T60-2400SMDD

Таблица 2.7 – Характеристики абонентского модуля Motorola Canopy T60-2400SMDD

Наименование характеристики	Значение
Рабочая частота, ГГц	2,400...2,483
Мощность передатчика, дБм	23
Потребляемая мощность, Вт	7,5
Интерфейс	10/100 Ethernet
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С	-60...+55
Дальность действия, км	8
Скорость соединения, Мбит/с	10
Габаритные размеры, мм	299×86×86

Питание абонентского модуля осуществляется от источника питания ACPSSW-09B производителя Motorola. Источник питания имеет защиту от короткого замыкания и перенапряжения по выходным цепям.

Для защиты оборудования от электрических импульсов, возникающих в интерфейсных кабелях во время грозы, установлен подавитель перенапряжений 600SSD производителя Motorola.

Для передачи на абонентский модуль данных, получаемых от контроллера телемеханики и IP-камеры необходим коммутатор. Сравним коммутаторы известных производителей: EDS-G205A-4PoE производителя «Муха» и Cisco WS-C3560C-8PC-S производителя Cisco. Основные характеристики устройств приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Основные характеристики коммутаторов

Наименование характеристики	EDS-G205A-4PoE	Cisco WS-C3560C-8PC-S
Технология доступа	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100
Тип кабеля	Витая пара	Витая пара
Тип разъемов	RJ-45	RJ-45, SFP
Количество LAN портов	5	8
Внутренняя пропускная способность, Гбит/с	5,6	10
Светодиодные индикаторы	есть	есть
Оперативная память, Кб	1	128
Общее количество портов	5	8
Рабочая температура, °С	0...+60	-5...+55
Габаритные размеры, мм	29×135×105	44×269×238

В результате сравнения был выбран коммутатор EDS-G205A-4PoE, т.к. он имеет меньшую стоимость и обладает характеристиками, достаточными для его

применения в данном проекте. Коммутатор имеет встроенное реле предупреждения об аварии питания или неисправности портов устройства, а также защиту по току. Внешний вид коммутатора представлен на рисунке 2.8.



Рисунок 2.8 – Внешний вид коммутатора EDS-G205A-4PoE

Для обеспечения безопасности кустовой площадки и контроля технологического процесса необходимо предусмотреть IP-камеру видеонаблюдения. Сравним IP-камеру Proline IP-WC2415PTZ4 POE производителя «Proline» и Hikvision DS-2CD4A26FWD-IZHS производителя «Hikvision». Основные характеристики камер приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Характеристики IP-камер

Наименование характеристики	Proline IP-WC2415PTZ4 POE	Hikvision DS-2CD4A26FWD-IZHS
Максимальное разрешение видео	1920×1080	1920×1080
Интерфейсы	Ethernet 10/100	Ethernet 10/100
Ночная съемка	есть	есть
ИК-подсветка, м	50	50
Угол обзора, град.	360	360
Скорость передачи данных, Мбит/с	16	16
Диапазон рабочих температур, °С	-45...+60	-50...+60
Степень защиты корпуса	IP66	IP67
Размеры, мм	144×133×94	104×100×312

Для проекта была выбрана камера Proline IP-WC2415PTZ4 POE, т.к. она не уступает аналогу и имеет меньшую стоимость. Уличная поворотная IP камера Proline IP-WC2415PTZ4 POE (Рисунок 2.9) с сенсором Sony Exmor CMOS обеспечивает изображение с высоким разрешением при различных условиях наблюдения. Благодаря инфракрасной подсветке с дальностью освещения до 50 метров и наличию режимов BLC (компенсация фоновой засветки), видеочамера обеспечивает качественное видеоизображение даже в сложных условиях освещенности (разноконтрастное, излишне ярким или слабым освещением). Питание камеры осуществляется от внешнего источника постоянного тока 12 В.



Рисунок 2.9 – Внешний вид IP -камеры Proline IP-WC2415PTZ4 POE

Контроллер СТМ-ZK91 и оборудование связи не рассчитаны на эксплуатацию при температуре ниже -40°C , поэтому их необходимо установить в специальный утепленный защитный шкаф. Утепленный шкаф обеспечит возможность эксплуатации данного оборудования в условиях низких температур.

Крупнейшими производителями утепленных защитных шкафов являются отечественные компании «Ризур» и «Горэлтех». Проведем сравнение шкафов данных производителей RisurBox-M-W6 и ГТГ-ШКАФ-М-1008030, соответственно. Их основные характеристики представлены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Характеристики утепленных защитных шкафов

Наименование характеристики	RisurBox-M-W6	ГТГ-ШКАФ-М-1008030
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха, °С	-60...+70	-60...+85
Поддерживаемая температура внутри шкафа, °С	-40...+50	+5...+45
Материал	Сталь 20 с порошково-полимерным покрытием, нерж. сталь, алюминий	Малоуглеродистая сталь, нерж.сталь
Степень защиты	IP 66	IP 66
Габаритные размеры, м	1000×600×500	1000×800×300
Средний срок службы, лет, не менее	10	10

Для проекта был выбран RisurBox-M-W6, потому что он обладает лучшими характеристиками и невысокой стоимостью по сравнению с аналогом. Утепленный защитный шкаф применяется для размещения и надежного функционирования КИП, автоматики и другого оборудования, устанавливаемого на открытом воздухе и в не отапливаемых помещениях, на объектах с умеренным и холодным климатом. Шкаф защитный утепленный RizurBox-M представляют собой металлический сварной кожух в форме многоугольника или многогранника (Рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Внешний вид шкафа RisurBox-M-W6

Для соединения КИП и средств автоматизации используется витая пара марки ГЕРДА-КВнг(А)-LS-ХЛ производителя НПП «Герда». Кабели предназначены для передачи данных в диапазоне частот до 4 МГц в измерительной, контрольной и регулировочной технике. Кабели могут прокладываться во взрывоопасных зонах всех классов и на открытом воздухе.

ГЕРДА-КВнг(А)-LS-ХЛ имеет медные луженые многопроволочные жилы с шагом скрутки не более 60мм. Оболочка выполнена из поливинилхлорида (далее – ПВХ) повышенной хладостойкости и выдерживает температурный диапазон -60...+70 °С. Внешний вид кабеля серии ГЕРДА-КВ представлен на рисунке 2.11.



Рисунок 2.11 – Внешний вид кабеля ГЕРДА-КВ

2.3 Алгоритм работы контроллера телемеханики

В основе работы любого контроллера лежит алгоритм. Под алгоритмом принято понимать набор предписаний, определяющий содержание и последовательность выполнения операций для решения определенной задачи в виде пошаговой процедуры. Составим алгоритм работы контроллера телемеханики исходя из его функционального назначения. Контроллер осуществляет сбор данных с датчиков и станции управления ЭЦН о протекании технологического процесса. Собранные данные представлены аналоговыми сигналами и нуждаются в аналого-цифровом преобразовании (далее – АЦП). Затем осуществляется

передача данных на верхний уровень: диспетчерский пункт и автоматизированное рабочее место (далее – АРМ) оператора телемеханики. Помимо этого данные должны записываться в оперативное запоминающее устройство (далее – ОЗУ) контроллера в случае нештатных ситуаций. Алгоритм работы контроллера телемеханики представлен на рисунке 2.12



Рисунок 2.12 – Алгоритм работы контроллера телемеханики

2.4 Схемы проекта автоматизации

На основании выбранного оборудования были разработаны структурная схема АСУ ТП кустовой площадки (Рисунок А.1), структурная схема связи (Рисунок А.2), технологическая схема и схема автоматизации. Данные схемы представлены в приложении А.

Выводы по разделу два:

В данном разделе подобрано кустовое оборудование, и на основе подобранного оборудования разработаны структурная схема АСУ ТП кустовой площадки, технологическая схема и схема автоматизации. Для организации передачи данных подобрано сетевое оборудование и разработана структурная схема связи.

Введение системы автоматизации повышает безопасность технологического процесса, позволяет удаленно контролировать параметры датчиков и управлять исполнительными механизмами, базирующимися на современном электротехническом оборудовании.

3 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В данной части рассчитаны экономические затраты, связанные с разработкой проекта полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки. Основной частью показателей экономической эффективности является расчет сметы затрат на разработку проекта полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки, включающий в себя:

- затраты на трудовые ресурсы (заработная плата исполнителей);
- отчисления с заработной платы;
- затраты на оборудование;
- прочие расходы.

3.1 Состав работ по проектированию

Определим основные этапы на разработку проекта полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки, их содержание и количество дней, затрачиваемых на выполнение данных этапов (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Перечень этапов проектирования АСУ ТП кустовой площадки

Наименование этапа	Содержание работ, входящих в этап	Продолжительность работ, дни
Подготовительный	1. Обследование объекта; 2. Выявление объема автоматизации	3
Разработка ТЗ	1. Анализ требований к проектированию; 2. Согласование с заказчиком	5
Анализ предметной области	Изучение литературы в области автоматизации	5
Создание проектной документации	1. Выбор оборудования; 2. Составление спецификации; 3. Составление сметной документации	10
Создание рабочей документации	Разработка схем проекта АСУ ТП;	3
Утверждение проекта	1. Согласование рабочей документации с заказчиком 2. Исправление замечаний	6
Реализация проекта	1. Монтажные работы 2. Пуско-наладочные работы	20
Обслуживание АСУ ТП	Визуальный осмотр состояния системы и профилактика системы согласно календарному плану	1

Общее количество времени, потраченного на создание и реализацию проекта, составляет 53 дня.

3.2 Расчет затрат на реализацию проекта

3.2.1 Расчет затрат на заработную плату

Основная заработная плата исполнителя рассчитывается на основе трудоемкости выполнения каждого этапа в человеко-днях и величины месячного должностного оклада исполнителя. Среднее количество рабочих дней в месяце равно 22. Следовательно, дневная заработная плата определяется делением размера ежемесячной заработной платы на количество рабочих дней в месяце. Произведение трудоемкости на сумму дневной заработной платы определяет затраты по зарплате для каждого работника на все время разработки.

Разработку проекта АСУ ТП осуществляет один инженер-проектировщик. Месячный оклад специалиста в среднем составляет 45000 руб. Объем работ, выполняемых инженером-проектировщиком, равен 32 дня.

Рассчитаем заработную плату специалиста согласно количеству дней, которые он потратит на выполнение работы, по формуле 1:

$$З = \frac{З_m}{Д_m} \times Д, \quad (1)$$

где $З_m$ – заработная плата специалиста за месяц;

$Д_m$ – количество рабочих дней в месяце;

$Д$ – количество дней, потраченных специалистом на выполнение проекта.

Для инженера-проектировщика заработная плата за выполнение проекта равна (рублей):

$$З = \frac{45000}{22} \times 32 = 65455$$

На заработную плату производятся начисления – платежи юридических лиц, размер которых устанавливается в процентах от суммы заработной платы (30% по состоянию на 2019 год). Такими платежами являются: отчисления в пенсионный фонд; отчисления в фонд социального страхования; отчисления в фонд занятости населения; отчисления на медицинское страхование рабочих и служащих.

1) Отчисления в Пенсионный фонд (22% по состоянию на 2019 год) составляют: $\Phi_{пенс} = 65455 \times 0,22 = 14400$ рублей.

2) Отчисления в Фонд социального страхования (2,9% по состоянию на 2019 год) составляют: $\Phi_{соц. страх} = 65455 \times 0,029 = 1898$ рублей.

3) Отчисления в Фонд обязательного медицинского социального страхования (5,1 % по состоянию на 2019 год) составляют: $\Phi_{мед. страх} = 65455 \times 0,051 = 3338$ рублей.

Сумма отчислений в социальные фонды составляет: $\Phi = 14400 + 1898 + 3338 = 19636$ рублей.

Оплата труда инженера-проектировщика с учетом отчислений приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Оплата труда

Наименование выплаты	Сумма, руб
Заработная плата	65455
Отчисления в Пенсионный фонд	14400
Отчисления в Фонд социального страхования	1898
Отчисления в Фонд обязательного медицинского страхования	3338
Итого:	85091

В результате затраты на заработную плату с учетом отчислений составили 85091 рублей.

3.2.2 Расчет затрат на оборудование

Рассчитаем затраты на закупку выбранного оборудования для проекта АСУ ТП кустовой площадки. Стоимость оборудования и общая сумма затрат приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Количество	Единица измерения	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Контроллер телемеханики СТМ-ЗК2.91	1	шт.	15000	15000
СУ ЭЦН Электон-4	1	шт.	16500	16500
Датчик давления АИР-10ExdSH-ДИ	2	шт.	14850	29700
Манометр ДМ2005Сг1Ех	1	шт.	7500	7500
Датчик уровня ПЛП-1000Н-Ех	1	шт.	24000	24000
Газоанализатор GasAlertMicroClipXL	1	шт.	33000	33000
Абонентский модуль Motorola Саnору Т60-2400SMDD	1	шт.	43865	43865
Блок питания Motorola PoE АСРSSW-09В	1	шт.	4780	4780
Подавитель перенапряжений Motorola 600SSD	1	шт.	2950	2950
Коммутатор МОХА EDS-G205А-4РоЕ	1	шт.	33656	33656
IP-камера Proline IP-WC2415PTZ4 POE	1	шт.	11200	11200
Шкаф защитный утепленный RisurBox-M-W6	1	шт.	15000	15000
Кабель ГЕРДА-КВнг(А)-LS 1×2×1,0-ХЛ	125	м	215,51	26938,75
Кабель ГЕРДА-КВнг(А)-LS 2×2×1,0-ХЛ	345	м	233,87	80685,15
Итого, руб.:			344774,49	

Рассчитаем амортизацию на данное оборудование. Амортизация оборудования – это исчисленный в денежном выражении износ основных средств в процессе их производственного использования. Амортизация есть одновременно средство, способ, процесс перенесения стоимости изношенных средств труда на произведенный с их помощью продукт.

Средний срок службы оборудования составляет 10 лет. Рассчитаем амортизационные отчисления с учетом срока службы по формуле 2:

$$A = \frac{C}{T}, \quad (2)$$

где C – стоимость оборудования;

T – срок службы оборудования.

Амортизационные отчисления для данного оборудования составляют 34477,45 рублей в год.

Накладные расходы – это затраты на содержание, эксплуатацию, монтаж и обслуживание АСУ ТП. Размер накладных расходов составляет 10 % от общих расходов. Произведем расчет: $НР = 0,1 \times (344774,49 + 34477,45 + 85091) = 464342,94$ руб.

Себестоимость проекта АСУ ТП кустовой площадки вычисляется по формуле 3:

$$C = ЗП + СО + Об + А + НР, \quad (3)$$

где $ЗП$ – заработная плата;

$СО$ – отчисления на социальное страхование;

$Об$ – стоимость оборудования;

$А$ – затраты на амортизацию;

$НР$ – накладные расходы.

Составим таблицу 3.4 себестоимости проекта АСУ ТП кустовой площадки.

Таблица 3.4 – Себестоимость проекта

Наименование параметра	Стоимость, руб
Заработная плата	65455
Отчисления на социальное страхование	19636
Стоимость оборудования	344774,49
Затраты на амортизацию	34477,45
Накладные расходы	464342,94
Итого:	928685,88

Таким образом, себестоимость проекта составляет 928685,88 руб.

3.2.3 Сравнение с аналогами

Проведем сравнительный анализ стоимости выбранных для проекта автоматизации приборов и оборудования связи с аналогами, применяемыми на предприятии, а также рассчитаем общую сумму затрат на аналогичное оборудование (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Сравнение стоимости применяемого оборудования и аналогов

Наименование оборудования	Кол-во	Марка используемого оборудования	Цена за единицу, руб.	Марка аналога	Цена за единицу, руб.
Контроллер телемеханики	1 шт	СТМ-ZK2.91	15000	СТК-Z181.80	15500
СУ ЭЦН	1 шт	Электон-4	16500	Борец-04	18500
Датчик давления	2 шт	АИР-10ExdSH-ДИ	14850	Метран-150	35000
Манометр	1 шт	ДМ2005Сг1Ex	7500	ЭКМ100НВМ-РВEXDI	31500
Датчик уровня	1 шт	ПЛП-1000Н-Ex	24000	Rosemount 3300	50000
Газоанализатор	1 шт	GasAlertMicroC lipXL	33000	Сигнал-4	15000
Абонентский модуль	1 шт	Motorola Canopy T60-2400SMDD	43865	–	–
Блок питания	1 шт	Motorola PoE ACPSSW-09B	4780	–	–
Подавитель перенапряжений	1 шт	Motorola 600SSD	2950	–	–
Коммутатор	1 шт	MOXA EDS-G205A-4PoE	33656	Cisco WS-C3560C-8PC-S	61600
IP-камера	1 шт	Proline IP-WC2415PTZ4 POE	11200	Hikvision DS-2CD4A26FW D-IZHS	42300
Шкаф защитный утепленный	1 шт	RisurBox-M-W6	15000	ГТГ-ШКАФ-М-1008030	19000
Кабель	125 м	ГЕРДА-КВнг(А)-LS 1×2×1,0-ХЛ	215,51	–	–
Кабель	345 м	ГЕРДА-КВнг(А)-LS 2×2×1,0-ХЛ	233,87	–	–
Итого, руб.:		344774,9		482618,9	

Экономическая эффективность данного проекта выражается в его стоимости. Для расчета экономической эффективности вычислим разницу между затратами выбранного оборудования и затратами на аналоги, используемые на предприятии. Экономия составляет: $482618,9 - 344774,9 = 137844$ рубля.

Выводы по разделу три:

В данном разделе рассчитана экономическая часть проекта, а именно рассчитаны затраты на автоматизацию оборудования АСУ ТП, посчитана заработная плата сотрудникам, рассчитаны налоги, а так же себестоимость проекта. Экономическая эффективность проекта составила 137844 рубля.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Идентификация потенциальных опасностей

В настоящее время большое внимание уделяется безопасности человека при работе с технологическим оборудованием и процессами, которые связаны с неблагоприятными производственными факторами. Для защиты здоровья человека разработаны правила безопасности, безопасная организация рабочего места и средства индивидуальной защиты человека. При соблюдении правил безопасности риск получения травмы при проведении работ с технологическим оборудованием и процессами сводится к минимуму.

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 неблагоприятные производственные факторы включают в себя опасные и вредные производственные факторы и подразделяются по природе воздействия на физические, химические, биологические и психофизиологические. Вредные производственные факторы могут привести к заболеванию и усугубить уже имеющееся. Опасные производственные факторы могут привести к травме, и даже к смерти работника.

К физическим факторам относятся повышенные и пониженные температуры, электрический ток, кинетическая энергия движущихся машин и оборудования или их частей, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, инфра- и ультразвука, недостаточная освещенность, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.

Химические факторы – это вредные для организма человека вещества в различных состояниях.

Биологические факторы представляют собой воздействия различных микроорганизмов, растений и животных, а также продуктов их жизнедеятельности.

Психофизиологические факторы – это физические и эмоциональные перегрузки организма человека в процессе труда, умственное перенапряжение, монотонность труда [4].

На кустовой площадке присутствуют следующие физические опасные факторы:

- напряжение;
- оборудование, работающее под большим давлением;

Вредные производственные факторы:

– неблагоприятные метеорологические условия (снег, дождь, отрицательные температуры, сильный ветер);

- умственное напряжение, монотонность труда.

Кустовая площадка идентифицируется по признаку наличия таких опасных веществ, как нефть и попутный нефтяной газ, находящихся в производственном процессе при давлении более 0,07 МПа.

В соответствии с подпунктом 3 пункта 3 Приложения 2 Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ в редакции Федерального закона от 29 июля 2018 г. № 22-ФЗ проектируемый куст скважин (объект добычи нефти и газа) относится к объектам IV класса опасности – опасные производственные объекты низкой опасности.

4.2 Мероприятия по обеспечению безопасности

При работе на кустовой площадке на человека могут воздействовать неблагоприятные метеорологические условия. Для того чтобы избежать негативное воздействие данного природного фактора на человека согласно требованиям СанПиН 2.2.2.540-96 следует использовать средства индивидуальной защиты, например:

– комплекты средства индивидуальной защиты, рукавицы, обувь, головные уборы, при температуре ниже -40°C следует предусматривать защиту лица и верхних дыхательных путей;

– организации специальных отапливаемых помещений для периодического обогрева и отдыха работающих, температура в которых в холодный период года должна быть в пределах $22 - 24^{\circ}\text{C}$;

- обеспечения рабочих теплой специальной одеждой;
- доставка к месту работы в обогреваемом транспорте, время доставки не должно превышать одного часа;
- в обеденный перерыв работник должен быть обеспечен горячим питанием [19].

При проведении работ с трубопроводом и оборудованием под давлением свыше 10 МПа следует соблюдать правила устройства и безопасной эксплуатации. Конструкция трубопровода должна обеспечивать безопасность при эксплуатации и предусматривать возможность его полного опорожнения, очистки, промывки, продувки, наружного и внутреннего осмотра, контроля и ремонта, удаления из него воздуха при гидравлическом испытании и воды после его проведения.

При эксплуатации электрического оборудования присутствует вероятность поражения электрическим током. Так, для переменного тока частотой 50 Гц (промышленная частота) при продолжительности воздействия на организм человека свыше 1 с эти значения составят: напряжение – 60 В, ток – 50 мА. Действие на организм человека электрического тока с параметрами, превышающими указанные значения, опасно. Значения предельно допустимых уровней напряжения прикосновения и токов, протекающих через тело человека при нормальном режиме электроустановки, устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 и представлены в таблице 4.1 [8].

Таблица 4.1 – Предельно допустимые значения напряжений и токов

Род тока	U, В	I, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Одним из основных защитных мероприятий электробезопасности является заземление какой-либо части электрической установки, т.е. преднамеренное соединение ее с заземляющим устройством. Все внешние элементы технических средств, находящихся под напряжением, должны иметь защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 [7]. Электрическое сопротивление изоляции

цепей контроллера относительно корпуса должно быть не менее 20 МОм, при нормальных климатических условиях (температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности 80%). Электрическое сопротивление изоляции кабелей между собой должно быть не менее 40 МОм/км при нормальных климатических условиях.

На кусте скважин может возникнуть опасность, связанная с разгерметизацией системы с выбросом углеводородов, пожаром, взрывом или иными явлениями, опасными для эксплуатации объекта и персонала.

Наиболее вероятными причинами возникновения и развития аварийных ситуаций могут быть следующие:

- внешние антропогенные воздействия;
- брак при нанесении покрытия или механическое повреждение покрытия, и как следствие коррозионное разрушение;
- качество производства трубопроводов;
- нарушение регламентированных параметров технологического процесса;
- нарушение техники безопасности при выполнении ремонтных работ;
- природные воздействия;
- механическое разрушение объектов добычи и транспорта продукции скважин.

На кустовой площадке возможно возникновение пожара при взаимодействии горючих веществ, окисления и источников зажигания.

Источник зажигания – средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения. Источниками зажигания могут быть приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования [5].

Средствами тушения пожара, предназначенными для локализации небольших возгораний, являются пожарные водопроводы, переносные огнетушители, пожарные стволы, сухой песок, асбестовые одеяла и т. п.

Для тушения пожаров на начальной стадии широко применяются переносные огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на следующие основные группы.

Пенные огнетушители – применяются для тушения горючих жидкостей, различных материалов, конструктивных элементов и оборудования не находящегося под напряжением.

Газовые огнетушители применяются для тушения жидких и твердых веществ, а также оборудования и электроустановок, находящихся под напряжением.

Кабельные проводки, прокладываемые по территории кустовой площадки, должны быть выполнены кабелями в оболочке из ПВХ-пластика, защищающего человека от возможного поражения электрическим током, не распространяющего горения или с низким дымо- и газовыделением.

4.3 Расчет ударной волны

При проведении различных ремонтов скважины велика вероятность выброса нефтяного газа, который характеризуется пожаро- и взрывоопасностью. При определённой концентрации и возникновении искрения в неисправных электрических приборах, газозвдушная смесь взрывается. Взрывоопасная концентрация возникает в результате выделения большого количества газа и отсутствии смены воздушной массы в этой области. Основными поражающими факторами при взрыве газозвдушной смеси являются ударная волна и тепловое излучение.

Рассчитаем вероятные параметры ударной волны при взрыве газозвдушной смеси. Исходные данные приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Данные о газозвдушной смеси

Показатель	Значение
Количество газа, м ³	15
Плотность газозвдушной смеси, гр/м ³	0,8
Количество газозвдушной смеси, м ³	130
Концентрация газа, %	15

Для расчета понадобится количество газа в тоннах. Для этого найдем массу газозвдушной смеси по формуле 4:

$$M = V \times q, \quad (4)$$

где V – количество газозвдушной смеси, м³;

q – плотность газозвдушной смеси, гр/м³.

В результате расчета масса газозвдушной смеси составляет $M = 130 \times 0,8 = 104 \times 10^{-2}$ т.

Радиус зоны действия детонационной волны (первой зоны) рассчитывается по формуле 5:

$$R_1 = 1,75 \times M \quad (5)$$

В результате расчета радиус первой зоны действия ударной волны составляет $R_1 = 1,75 \times 1,04 = 1,82$ м.

Радиус действия продуктов взрыва (второй зоны) рассчитывается по формуле 6:

$$R_2 = 1,7 \times R_1 \quad (6)$$

В результате расчета радиус второй зоны действия ударной волны составляет $R_2 = 1,7 \times 1,82 = 3,09$ м.

Избыточное давление на фронте ударной волны рассчитывается по формуле 7:

$$P\phi = 13 \times (1,5 / R) + 5 \quad (7)$$

В результате расчета избыточное давление в первой зоне действия ударной волны составляет $P\phi_1 = 13 \times (1,5 / 1,82) + 5 = 112,1$ кПа.

В результате расчета избыточное давление во второй зоне действия ударной волны составляет $P\phi_2 = 13 \times (1,5 / 3,09) + 5 = 11,3$ кПа.

В таблице 4.3 представлены значения избыточных давлений на фронте ударной волны и результаты их воздействия на человека [17].

Таблица 4.3 – Действие избыточного давления ударной волны на человека

Избыточное давление, кПа	Результат воздействия
<10	Безопасно для человека
20...40	Легкое поражение (ушибы, вывихи, временная потеря слуха, общая контузия)
40...60	Среднее поражение (контузия головного мозга, повреждение органов слуха, разрыв барабанных перепонок, кровотечение из носа и ушей)
60...100	Сильное поражение (сильная контузия всего организма, потеря сознания, переломы конечностей, повреждения внутренних органов)
100	Летальный исход в 50 % случаев
>300	Летальный исход в 100% случаев

По полученным расчетам видим, что зона радиусом 3,09 м от скважины, избыточное давление на фронте ударной волны которой составляет 11,3 кПа, является безопасной для персонала и оборудования. Устанавливаемое оборудование среднего уровня АСУ ТП должно устанавливаться в безопасной зоне, т.е. на расстоянии не менее 3,09 м от скважины. Датчики, устанавливаемые на площадке скважины имеют взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (Exd).

Для сигнализации довзрывоопасных концентраций газа и оповещения рабочего персонала предусмотрен газоанализатор GasAlertMicroClipXL.

Для предотвращения образования взрывоопасных концентраций продуктов в помещениях и других закрытых местах на нефтегазодобывающих предприятиях осуществляют герметизацию оборудования и всех путей передвижения нефти и газа, устраивают эффективную вентиляцию в помещениях, а также проводят мероприятия по предотвращению появления огня во взрывоопасных местах [17].

Отравляющая способность нефти проявляется в основном тогда, когда углеводороды переходят в парообразное (аэрозольное) состояние, и действуют, главным образом, на нервную систему человека.

Основными способами снижения вредного воздействия нефти являются герметизация технологических процессов и принудительная вентиляция помещений для снижения концентрации паров и газов в воздухе рабочей зоны.

При работе с высокими концентрациями углеводородов в воздухе (зачистка емкостей, баков и т.д.) для изоляции органов дыхания применяются шланговые противогазы с панорамной маской. При работе с нефтепродуктами применяется спецодежда и спецобувь. Для смывания нефти с кожных покровов применяются сульфированное касторовое или прованское масло, защитные мази и пасты.

Выводы по разделу четыре:

В данном разделе выявлены потенциальные опасности, которые могут возникнуть при работе на площадке скважин, описаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности персонала. По рассчитанным радиусам действия ударных волн и избыточному давлению на их фронте определено безопасное расстояние для установки оборудования среднего уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы на тему проект полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки произведен аналитический обзор источников информации в области автоматизации и технологий передачи данных, а также выполнен анализ предметной области.

Произведен подбор оборудования нижнего и среднего уровней АСУ ТП, а именно датчика давления, манометра, уровнемера, станции управления, контроллера телемеханики, оборудования связи и IP-камеры. На основе подобранного оборудования разработаны алгоритм работы контроллера телемеханики, структурная схема АСУ ТП кустовой площадки, структурная схема связи, технологическая схема и схема автоматизации.

Определены капитальные вложения на реализацию проекта, экономическая эффективность проекта составила 137844 рубля. Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности и рассчитано безопасное расстояние для установки оборудования среднего уровня.

Разработанный проект полевого уровня АСУ ТП кустовой площадки скважины отвечает поставленным целям и задачам. Внедрение данной АСУ ТП позволит достичь повышения качества ведения технологического процесса и его безопасности; повышения надежности управления и эксплуатации объекта (кустовой площадки скважины), а также оперативности работы персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных: учебное пособие / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2018. – 342 с.
2. Власов, И.И. Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM / И.И. Власов, Э.В. Новиков, М.М. Птичников. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017. – 480 с.
3. Втюрин, В.А. Автоматизированные системы управления технологическими системами. Основы АСУТП: уч. пособие / В.А. Втюрин. – СПб, 2006. – 153 с.
4. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – <http://docs.cntd.ru/document/1200136071> [дата обращения – 02.04.2019]
5. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N1) – <http://docs.cntd.ru/document/9051953> [дата обращения – 30.03.2019]
6. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N1) – <http://docs.cntd.ru/document/5200270> [дата обращения – 28.03.2019]
7. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N1) – <http://docs.cntd.ru/document/5200289> [дата обращения – 15.04.2019]
8. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N1) – <http://docs.cntd.ru/document/5200313> [дата обращения – 16.04.2019]

9. ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) (с Поправкой) – <http://docs.cntd.ru/document/1200136066> [дата обращения – 23.12.2018]

10. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5) – <http://docs.cntd.ru/document/1200003320> [дата обращения – 28.03.2019]

11. ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования – <http://docs.cntd.ru/document/1200008639> [дата обращения – 27.11.2018]

12. ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98) Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования (с Изменением N 1) – <http://docs.cntd.ru/document/1200007403> [дата обращения – 28.11.2018]

13. ГОСТ Р МЭК 61131-1-2016 Контроллеры программируемые. Часть 1. Общая информация – <http://docs.cntd.ru/document/1200135007> [дата обращения – 13.01.2019]

14. Грачев В.В. SCADA-системы: уч.-метод. пособие / В.В. Грачев, К.Г. Венгер, М.В. Шипунов. – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2013. – 104 с.

15. Ицкович, Э.Л. Перспективная автоматизация агрегатов предприятий технологических отраслей / Э.Л. Ицкович. – М.: Горячая линия - Телеком, 2018. – 544 с.

16. Кривоносов, В.А. Автоматизация технологических процессов и производств: методическое пособие / В.А. Кривоносов. – Старый Оскол: СТИ МИСиС, 2009. – 60 с.

17. Мастрюков, Б.С. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / Б.С. Мастрюков, И.В. Бабайцев, В.Т. Медведев. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 304 с.

18. Методические рекомендации по подготовке и оформлению выпускной квалификационной работы (проекта) для технических направлений подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника, 09.03.04 Программная

инженерия, 12.03.01 Приборостроение, 23.03.01 Технология транспортных процессов / сост. Л.Н.Буйлушкина. – Нижневартовск, 2017. – 35 с.

19. СанПиН 2.2.2.540-96 Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ – <http://docs.cntd.ru/document/9052762>. [дата обращения – 28.03.2019]

20. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 (с Изменениями N 1, 2) – <http://docs.cntd.ru/document/1200095546> [дата обращения – 30.11.2018]

21. СП 77.13330.2016 Системы автоматизации. Актуализированная редакция СНиП 3.05.07-85 – <http://docs.cntd.ru/document/456044317> [дата обращения – 05.04.2019]

22. Схиртладзе, А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Б. Моисеев. – Пенза: ПензГТУ, 2015. – 442 с.

23. Темербаев, С.А. Управление данными в технических системах: конспект лекций / С.А. Темербаев, В.П. Довгун, И.Г. Важенина. – Красноярск: СФУ, 2018. – 192 с.

24. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ (последняя редакция) – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438 [дата обращения – 20.03.2019]

25. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция) – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699 [дата обращения – 20.12.2018]

26. Хазарадзе, Т.О. Построение масштабных АСУ ТП: опыт решения проблемы / Т.О. Хазарадзе, А.И.Куликов // Мир компьютерной автоматизации. – 2002. – №5. – С. 37 – 45.

27. Шалыгин, М. Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний: Учебное пособие / М.Г. Шалыгин, Я.А. Вавилин. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 172 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А. СХЕМЫ ПРОЕКТА ПОЛЕВОГО УРОВНЯ АСУ ТП КУСТОВОЙ ПОЩАДКИ

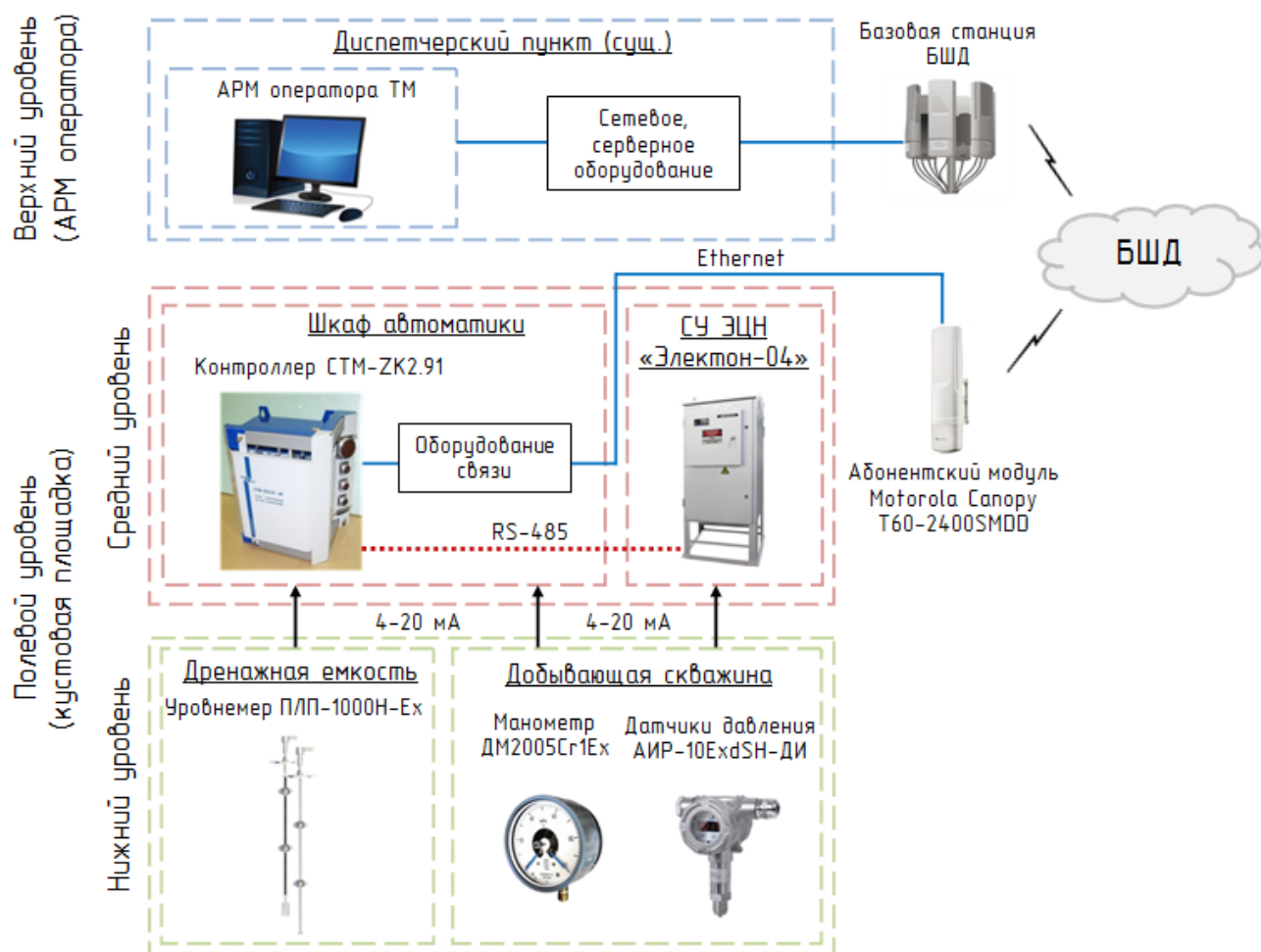


Рисунок А.1 – Структурная схема АСУ ТП кустовой площадки

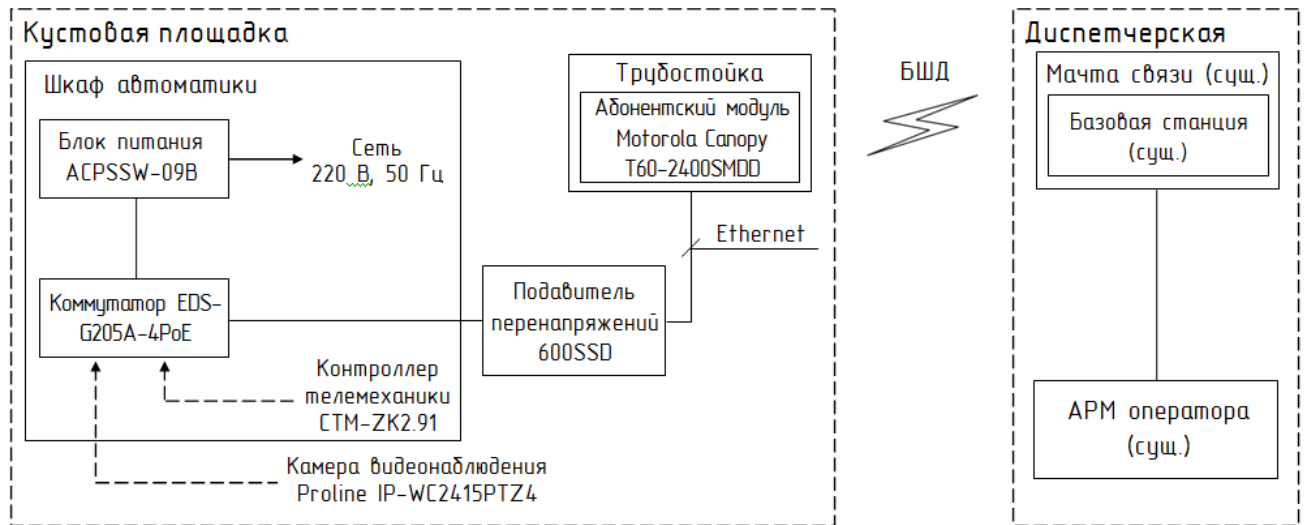
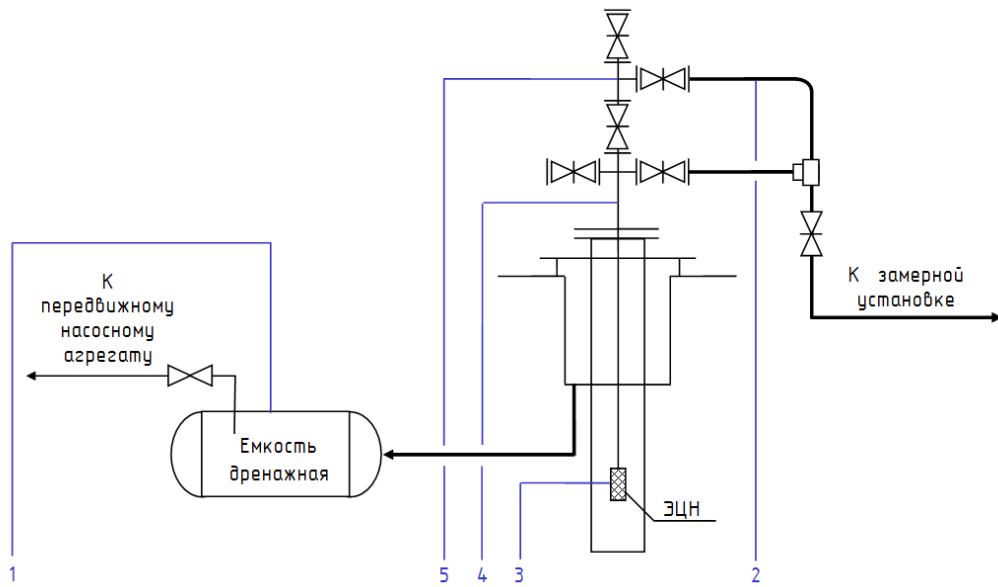
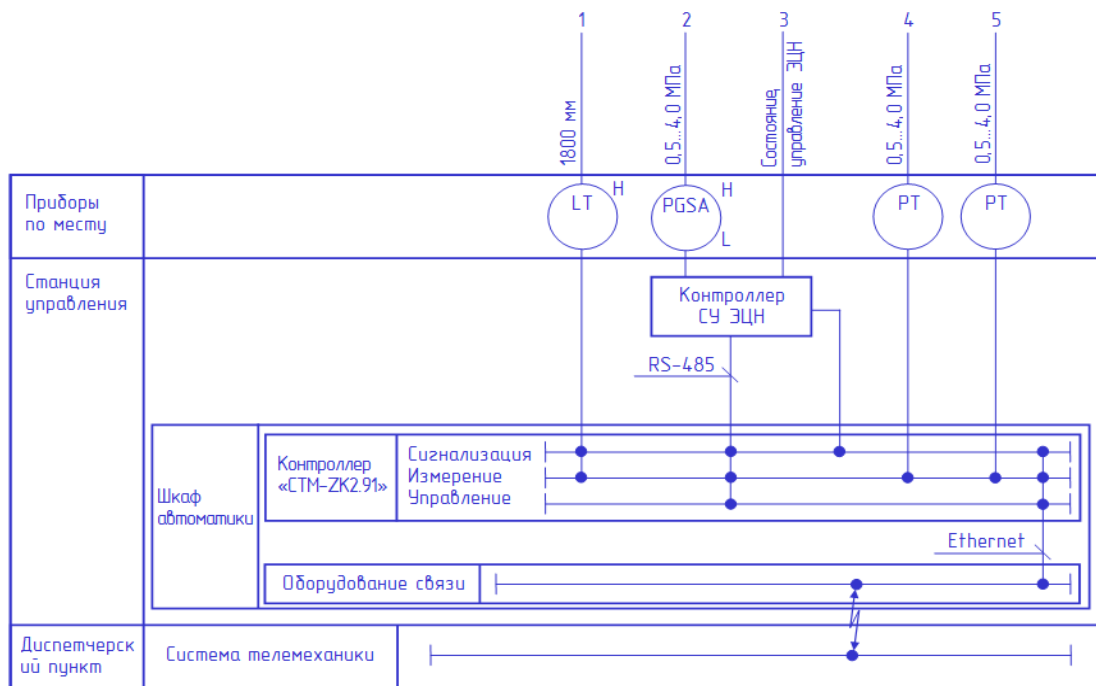


Рисунок А.2 – Структурная схема связи



					ЮУрГУ-12.03.01.2019.120.ПЗ ВКР					
					Технологическая схема и схема автоматизации	Лит.		Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		В	К	Р		
Разработал		Яковлева А.А.								
Проверил		Юрасова Е.В.								
						Лист		Листов		
Н.контр.		Буйлушкина Л.Н.			Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Нижневартовске Кафедра «ГЕНТД»					
Утвердил		Рябова И.Г.								



					ЮУрГУ-12.03.01.2019.120.ПЗ ВКР					
					Технологическая схема и схема автоматизации	Лит.		Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		В	К	Р		
Разработал		Яковлева А.А.								
Проверил		Юрасова Е.В.								
					Лист		Листов			
Н.контр.		Буйлушкина Л.Н.			Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Нижневартовске Кафедра «ГЕНТД»					
Утвердил		Рябова И.Г.								

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. КОМПАКТ-ДИСК

1. Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе
2. Альбом иллюстраций