

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Ю.С. Сергеев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ БЛОЧНОЙ КУСТОВОЙ НАСОСНОЙ  
СТАНЦИИ НА БАРСУКОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ООО  
«РН – ПУРНЕФТЕГАЗ»

ПОЯНТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ– 13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности

доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Руководитель работы

доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Экономическая часть

доцент

\_\_\_\_\_ С.Н. Трофимова  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-533

\_\_\_\_\_ Д.Д. Яхин  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_ О.В. Терентьев  
\_\_\_\_\_ 2021 г.

Златоуст 2021

## АННОТАЦИЯ

Яхин Д.Д. Модернизация автоматизированной системы управления блочной кустовой насосной станции на Барсуковском месторождении ООО «РН – Пурнефтегаз» – г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2021 г., 54 с., 15 ил., библиогр. список – 13 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Mitsubishi Electric, с применением SCADA-системы Trace Mode 6.09.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Выполнены технико-экономические расчеты. Произведен расчет сметной стоимости внедрения системы на предприятии.

В разделе безопасность жизнедеятельности разработаны рекомендации организации рабочего места оператора и произведен расчет искусственного освещения. Отдельно разработаны рекомендации экологической безопасности и обеспечения безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Яхин Д.Д.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Трофимова С.Н.				Д	4	54
Т. Контр.	Сандалов В.М.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.						
Утверд.	Сергеев Ю.С.						
					Модернизация автоматизированной системы управления блочной кустовой насосной станции на Барсуковском месторождении ООО «РН-Пурнефтегаз» Пояснительная записка		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ .....	7
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ АСУ БКНС НА БАРСУКОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ООО «РН - ПУРНЕФТЕГАЗ» ....	10
2.1 Общая характеристика объекта управления.....	10
2.2 Описание технологического процесса БКНС.....	10
3 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	12
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ АСУ .....	145
4.1 Сбор и хранение информации.....	15
4.2 Выбор средств реализации БКНС .....	16
4.3 Выбор контроллерного оборудования БКНС.....	16
4.4 Выбор датчика .....	19
4.5 Выбор исполнительных механизмов.....	23
4.6 Выбор частотного регулирования привода насосного оборудования блочной кустовой насосной станции.....	27
5 РАЗРАБОТКА АСУ БКНС.....	32
5.1 Алгоритм управления АСУ БКНС .....	32
5.2 Алгоритм сбора данных измерений .....	32
5.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.....	32
5.4 Экранные формы БКНС.....	35
5.5 Разработка дерева экранных форм .....	35
6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА.....	38
6.1 Общая стоимость материальных затрат.....	38
6.2 Расчет затрат на специальное оборудование.....	38
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	40
7.1 Краткое описание кустовой насосной станции на барсуковском меторождении ООО «РН - ПУРНЕФТЕГАЗ».....	40
7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов .....	40
7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.....	41
7.4 Охрана труда.....	42
7.5 Производственная санитария .....	43
7.6 Эргономика и производственная эстетика.....	45
7.7 Противопожарная и взрывобезопасность .....	48
7.8 Экологическая безопасность .....	49
7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайной ситуации.....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	53
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	54

## ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация – одно из направлений научно технического прогресса, применение саморегулирующих технических средств, математических методов и систем управления, которые освобождают человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи, использования энергии, материалов и информации, существенно уменьшающих степень этого участия или трудоемкость выполняемых операций. Автоматизация требует дополнительного применения датчиков (сенсоров), устройств ввода – вывода, управляющих устройств – контроллеров, исполнительных устройств, использующих электронную технику и методы вычислений, иногда копирующие нервные или мыслительные функции человека.

Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. Первоначально осуществлялось лишь частичная автоматизация отдельных операций. В дальнейшем сфера применения автоматизации расширилась как на основные, так и на вспомогательные операции. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры.

В последнее время функции систем автоматизации непрерывно расширяются. Все чаще в их задачу входит автоматическая перенастройка оборудования при изменении условий работы с целью получения наиболее эффективных, оптимальных режимов работы установок. Увеличивается количество установок, отдельных линий, цехов работающих без участия обслуживающего персонала.

Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли является одним из прогрессирующих направлений в области автоматизации. Под автоматизацией понимается применение комплекса аппаратно-технических средств, экономико-математических средств, систем управления, которые частично освобождают человека от участия в повторяющихся или циклических процессах, или от иного труда.

Целью выпускной квалификационной работы является сокращение расходов на потребление электроэнергии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ отечественных и передовых технологий и решений;
- провести анализ существующей АСУ;
- провести анализ экономической эффективности работы;
- рассмотреть вопросы безопасности жизнедеятельности.

Объект: Блочная кустовая насосная станция на Барсуковском месторождении ООО «РН – Пурнефтегаз»

Предмет: Автоматизированная система управления БКНС

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

# 1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

ООО «РН-Пурнефтегаз» – дочернее общество ПАО «НК «Роснефть», ведёт разработку нефтяных и газовых месторождений в Ямало-Ненецком автономном округе.

Производственное объединение «Пурнефтегаз» основано в 1986 году для освоения группы нефтегазовых месторождений в приполярной зоне Ямало-Ненецкого автономного округа. В качестве базового населённого пункта в основном силами «ПУРНЕФТЕГАЗА» был построен посёлок Губкинский, который в 1996 году получил статус города. В 1995 году предприятие вошло в состав ПАО «НК «Роснефть».

Разрабатываемые месторождения характеризуются высоким этажом нефтегазоносности с чередованиями нефтяных, нефтегазовых, газовых и газоконденсатных залежей. К настоящему времени запасы двух основных месторождений Пурнефтегаза, Барсуковского и Тарасовского, выработаны примерно на 40%. В ближайшей перспективе по мере решения проблем с утилизацией добываемого попутного газа Компания намерена использовать значительный потенциал роста добычи на этих месторождениях, а также на крупнейшем Комсомольском нефтегазоконденсатном месторождении.

В предприятие «РН-Пурнефтегаз» входят различные Управления с разным видом деятельности и поставленных задач, одним из таковых является Управление Электро Оборудованием (УЭО), в УЭО входит ЦЭЭ№1 (Цех по Эксплуатации Электрооборудованием в который входят 6 Сетевых Районов (СР). Информация получена СР№5 введенье которого находятся: Жилой поселок (27 общежитий гостиничного типа), Котельная ПВК со своей ТП и ДЭС-630, узел связи с ДЭС-100, АБК-4шт., КТП-17 шт., спортзал, солерастворный завод, Ремонтно-Механические Мастерские (РММ)-4шт., РММ ЦЭЭ№1 имеет площадь 2263м.кв, на территории РММ имеются 2 Козловых крана грузоподъёмностью 5 т., так же имеется Центральный Пункт Сбора и подготовка нефти (ЦПС) и многое другое. Предприятие выполняет электроснабжение объектов нефти и газодобычи по средствам подстанций воздушных линий электропередач. Главная задача предприятия безопасная, качественная и бесперебойная транспортировка электроэнергии к объектам нефтегазодобычи.

Автоматизированная система диспетчерского управления технологическими процессами подстанции - система, включающая как программно-технический комплекс (ПТК), решающий различные задачи сбора, обработки, анализа, визуализации, хранения и передачи технологической информации и автоматизированного управления оборудованием трансформаторной подстанции, так и соответствующие действия персонала по контролю и оперативному управлению технологическими процессами подстанции, выполняемые во взаимодействии с ПТК.

На рисунке 1.1 представлена структурная схема АСДУ.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



Рисунок 1.1 - Структурная схема АСДУ

Для задачи измерения давления проведем сравнительный анализ следующих датчиков:

- Сапфир-22М;
- Rosemount 3051С;
- КВАРЦ-2;
- Метран -44 Ех-ДД;
- Метран серии 3051;
- PAD R – KOBOLD

Таблица 1.1 – Результаты сравнения датчиков давления

Критерии выбора	Сапфир-22М	Rosemount 3051С	КВАРЦ-2	Метран -44 Ех-ДД	Метран 3051	PAD R – KOBOLD
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	-	0-13,8МПа	0-100МПа	0-6МПа	0-13,8МПа	0-13,8МПа
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,075%	0,1%	0,25%	0,075%	0,075%
Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	-	25:1	100:1	-
Выходной сигнал	4-20мА	4-20мА +HART	4-20мА	4-20мА +HART	4-20мА +HART	4-20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex	ExiaIICT5	ExiaIICT5X	ExibIICT5X	ExdIICT5	Ex D
Температура окружающей среды	-50+80 °С	-40 +85	-40 +65	-40 +70 °С	-40 +85 °С	-40 +120 °С
Наличие ЖКИ	нет	да	нет	да	да	да
Срок службы	12 лет	12 лет	6 лет	12 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты от пыли и воды	-	IP65	IP54	IP65	IP65	IP65

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Датчик дифференциального давления PAD-R фирмы Kobold является высокоэффективным датчиком с микропроцессором. Датчик имеет гибкую систему калибровки давления и выхода, автоматическую систему компенсации температуры окружающей среды и переменной процесса, поддерживает коммуникацию по HART® протоколу, характеризуется оптимальным сочетанием разных параметров. Датчик дифференциального давления характеризуется широким спектром сфер применения - его можно использовать для измерения давления, потока, уровня. Все поступающие на сенсор данные обрабатываются и сохраняются в EEPROM. Датчик давления модели PAD-R-F производства Kobold предназначен также и для измерения потока. В данной модификации датчик имеет суммирующую функцию, что позволяет не только определять скорость потока, но и вычислять суммированный поток. Датчик измеряет скорость потока, используя дифференциальное давление без учета компенсации температуры и статического давления. По внешнему виду датчик PAD-R-F не отличается от стандартного датчика модели PAD,-R но имеет другой терминальный блок с двумя дополнительными терминалами для считывания импульсного выхода. Технические характеристики датчика давления Kobold PAD-R приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики датчика давления Kobold PAD-R

Параметр	Значение
Измеряемые среды	газ, жидкость, нефтепродукты
Рабочая температура	От – 40 До + 120 °С
Диапазон измерения	0.75 – 413.7 бар
Основная приведенная погрешность	±0.075 % калиброванного диапазона (опционально: ±0.04 % калиброванного диапазона)
Выходные сигналы	4-20 мА с цифровым сигналом на базе HART-протокола

Вывод по разделу один:

В данном разделе было произведено сравнение датчиков давления. Наиболее предпочтительным является выбор датчика дифференциального давления PAD-R фирмы Kobold, так как он является высокоэффективным датчиком с микропроцессором. Датчик имеет гибкую систему калибровки давления и выхода, автоматическую систему компенсации температуры окружающей среды и переменной процесса, поддерживает коммуникацию по HART® протоколу, характеризуется оптимальным сочетанием разных параметров.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ АСУ БКНС НА БАРСУКОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ООО «РН - ПУРНЕФТЕГАЗ»

### 2.1 Общая характеристика объекта управления

Объектом управления является блочная кустовая насосная станция (БКНС), в состав технологического оборудования которой входят:

- блок РУ-6кВ с устройством безударного пуска высоковольтных двигателей (УБПВД);
- блок КТП 6/04кВ с двумя трансформаторами и двумя системами шин;
- пять насосных блоков с насосными агрегатами, комплектующихся насосами ЦНС 180-1900М с двигателями СТДМ-1600;
- аппаратный блок №1: ЩСУ с возможностью обеспечения работы пяти насосных агрегатов, блока дренажных насосов, пяти блоков фильтров и блока операторного;
- аппаратный блок №2: ВТЕ - возбудители электродвигателей;
- блок фильтров, отдельно стоящий - каждый блок фильтров относится к соответствующему насосному блоку;
- блок дренажных насосов, отдельно стоящий;
- блок операторный с автоматизированным рабочим местом оператора;
- шесть сепарационных ёмкостей, установленных на отдельной площадке.

Управление указанными объектами осуществляется из операторной, объекты управления находятся на расстоянии не более 300 м.

Технологические объекты расположены на открытом воздухе в условиях Крайнего Севера. Диапазон изменения температуры окружающего воздуха от -40°C до +50°C, влажность воздуха до 95%. В помещении операторной БКНС и насосных блоков температурный диапазон составляет от +5°C до +40°C, влажность воздуха до 95%.

Категория помещения водораспределительного блока - В1-б, зона сепарационных ёмкостей категория - В1-г, категория остальных помещений-Д, невзрывоопасное. Режим работы БКНС – непрерывный.

### 2.2 Описание технологического процесса БКНС

БКНС предназначена для приема воды с водяных скважин (с куста) и дальнейшей закачки в нефтяные пласты под давлением 20 мПа. С куста от водяных скважин вода поступает в общий коллектор на вход БКНС. Со входа БКНС вода направляется в блок сепараторов С-1..5, где происходит отбор газа. Газ из сепараторов уходит на свечку, где распыляется в атмосферу.

Газ участвует в регулировании уровня в сепараторе. На каждой газовой трубке из сепаратора стоит клапан, при помощи которого ведется ПИД – регулирование давления газовой шапки в сепараторе.

Для управления уровнем в сепараторе предусмотрены ультразвуковые датчики уровня.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



Разгазированная жидкость из сепараторов поступает на вход блока фильтров, где проходит очистку от песка и других крупных частиц:

– очищенная вода с БФ поступает в общий коллектор, откуда под давлением 3,5мПа поступает в насосный блок. С общего коллектора вода распределяется по насосным агрегатам (НА)-1..5;

– после НА- 1..5 вода под давлением 20мПа собирается в коллектор и поступает в блок гребенок, откуда направляется на кусты, где подается на водяные скважины для закачки в нефтяные пласты.

Для аварийного опорожнения аппаратов от воды, сбора утечек с сальников насосов и дренажных стоков предусмотрена надземная дренажная емкость ЕД. Емкость оборудована дренажными насосами, вакуумной емкостью и контрольными приборами, обеспечивающими автоматическую откачку жидкости по уровню.

Вывод по разделу два:

В данном разделе рассмотрен существующая автоматическая система управления БКНС ООО «РН - Пурнефтегаза» предусматривает ультразвуковые датчики уровня. Установленные датчики имеют большую погрешность и влияют на работу насосов и расход электроэнергии.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

### 3 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Автоматизированная система управления технологическими процессами БНКС-7 барсукового месторождения представляет собой распределенную интегрированную систему управления и строится по иерархическому принципу, содержит три уровня управления [4]:

- верхний уровень – уровень автоматизированного управления из операторской БНКС-7. Предназначен для отображения протекающих процессов и их технологических параметров;
- средний уровень – уровень программируемого логического контроллера SLC-500. Осуществляется приём сигналов от нижнего уровня;
- нижний уровень – состоит из датчиков, преобразующих физические параметры (температуру, уровень, давление, расход) в унифицированные электрические сигналы, поступающие на средний уровень для дальнейшей обработки, а также исполнительных механизмов, получающих управляющие сигналы от среднего уровня автоматизированной системы управления.

Управляющая функция АСУТП — это функция, результатом которой являются выработка и реализация управляющих воздействий на технологический объект управления.

К управляющим функциям АСУТП относятся:

- регулирование (стабилизация) отдельных технологических переменных;
- одноктактное логическое управление операциями или аппаратами;
- программное логическое управление группой оборудования;
- оптимальное управление переходными технологическими режимами.

Информационная функция АСУТП — это функция системы, содержанием которой являются сбор, обработка и представление информация о состоянии АТК оперативному персоналу или передача этой информации для последующей обработки.

К информационным функциям АСУТП относятся:

- централизованный контроль технологических параметров;
- косвенное измерение (вычисление) параметров процесса;
- формирование и выдача данных оперативному персоналу АСУТП;
- подготовка и передача информации в смежные системы управления.

Отличительная особенность управляющих и информационных функций АСУТП их направленность на конкретного потребителя (объект управления, оперативный персонал, смежные системы управления).

В основе разработки архитектуры пользовательского интерфейса проекта АС лежит понятие ее профиля. Под профилем понимается набор стандартов, ориентированных на выполнение конкретной задачи. Основными целями применения профилей являются:

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

ционных систем.

Профили АС включают в себя следующие группы:

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

В роли профиля будет выступать прикладное ПО, а именно SCADA- система Trace Mode 6.09. Профиль среды автоматизированной системы будет базироваться на операционной системе Windows 10.

Концептуальная модель архитектуры OSE/RM предусматривает разбиение ПО на три уровня:

- внешняя среда;
- платформа сервисов;
- прикладное ПО.

Уровни связываются (взаимодействуют) между собой через интерфейсы. Внешней средой АС является полевой уровень АС.

Платформа сервисов предоставляет сервисы классов API и EEI через соответствующие интерфейсы.

Верхний уровень (прикладное ПО) включает в себя SCADA-системы, СУБД и НМІ.

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

В качестве связи SCADA с датчиками и исполнительными устройствами используется унифицированный токовый сигнал 4–20 мА. Для передачи данных будем использовать RS-485, RS-232, Ethernet, TCP/IP.

Структурная схема автоматизированной системы будет основана на трехуровневой иерархической системе. Трехуровневая структурная схема АС приведена в альбоме схем.

Нижний уровень системы представляет собой первичные средства измерений. Полевой уровень разрабатываемой системы будет состоять из следующих датчиков:

- датчики избыточного давления;
- датчики дифференциального давления;
- датчики температуры;
- датчики уровня;
- датчики расхода;
- датчик положения;

Средний (контроллерный) уровень представляет собой контроллерное оборудование. Программируемые логические контроллеры, выполняющие функцию сбора информации, ее обработки, выдачу воздействий на исполнительные меха-

низмы, хранение и отправку информации на верхний уровень. Контроллеры устанавливаются в пылевлагозащищенный шкаф, датчики и исполнительные механизмы подключаются при помощи модулей ввода/вывода через защищенный кабельный ввод и барьер искрозащиты.

К верхнему уровню относятся компьютеры и сервера базы данных, которые объединены в локальную сеть Ethernet. Верхний уровень выполняет функции. В нашей системе использована SCADA-система Trace Mode 6.09.

Верхний уровень представлен АРМ оператора:

Персональный компьютер:

- монитор 21 дюйм;
- клавиатура;
- мышь;
- видеосервер;
- ИБП;

Программное обеспечение:

- Excel;
- Trace Mode 6.09;
- OPC сервер;
- Драйвер RS-485;
- Драйвер АС4;
- Modbus RTU;

Функциональная схема автоматического контроля и управления предназначена для отображения основных технических решений, принимаемых при проектировании систем автоматизации технологических процессов [1].

Функциональная схема автоматизации 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 автоматизации изображаются системы автоматического контроля, регулирование, дистанционного управления, сигнализации, защиты и блокировок [1].

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса решены следующие задачи:

- задача получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- задача контроля и регистрации технологических параметров процессов и состояния технологического оборудования.

Вывод по разделу три:

В данном разделе рассмотрена автоматизированная система управления технологическими процессами БКНС-7. Данная АСУ имеет три уровня управления. Согласно данным по АСУ будет построена функциональная схема автоматизации на БКНС Барсуковского месторождения.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## 4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ АСУ

### 4.1 Сбор и хранение информации

Схема информационных потоков, которая приведена в графической части 13.03.02.2021.355.00.04 ТЧ, включает в себя три уровня сбора и хранения информации: нижний уровень (уровень сбора и обработки), средний уровень (уровень текущего хранения), верхний уровень (уровень архивного и КИС хранения).

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

- избыточное давление на входе насосов;
- избыточное давление на выходе насосов;
- дифференциально давление на фильтрах;
- уровень конденсата в дренажной емкости;
- расход воды на входе/выходе КНС;
- температура подшипников;
- температура масла.

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

- AAA\_BBB\_CCCC\_DDDDD, где AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значение:

- DAV – давление;
- TEM – температура;
- RAS – расход;
- URV – уровень;
- REG – управляющий сигнал.

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

- VHD – входной трубопровод;
- VUH – выходной трубопровод;
- DVG – двигатель;
- KNS – КНС;
- SEP – сепаратор;
- MAS – маслосистема.

CCCC – уточнение, не более 4 символов:

- NEFT – нефть;
- MASL – масло;
- VODA – вода;
- GAZ – газ;
- POD – подшипник.

DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- RAB – рабочий диапазон;
- AVRH – верхняя аварийная сигнализация;
- AVRЛ – нижняя аварийная сигнализация;
- PRDH – верхняя предупредительная сигнализация;
- PRDL – нижняя предупредительная сигнализация.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

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

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Кодировка сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
DAV_VHD_WORK_VOD	Давление воды на входе насосов
DAV_VYH_WORK_VOD	Давление воды на выходе насосов
URV_SEP_WORK_VOD	Уровень воды в сепараторе
URV_MAS_WORK_MASL	Уровень масла в маслобаках маслосистемы
RAS_VHD_WORK_VOD	Расход воды на входе в КНС
RAS_VYH_WORK_VOD	Расход воды на выходы КНС
TEM_DVG_WORK_POD	Температура подшипников электропривода
TEM_MAS_WORK_MASL	Температура масла в маслосистеме

На АРМ диспетчера автоматически формируются различные виды отчетов, все отчеты формируются в формате Excel. Генерация отчетов выполняется по следующим расписаниям:

- каждый четный / нечетный час (двухчасовой отчет);
- каждые сутки (двухчасовой отчет в 24.00 каждых суток);
- каждый месяц;
- по требованию оператора (оперативный отчет).

Отчеты формируются по данным шаблонам:

- сводка по текущему состоянию оборудования;
- сводка текущих измерений.

## 4.2 Выбор средств реализации БКНС

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

Программно-технические средства АС БКНС включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации. Измерительные устройства осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование осуществляет выполнение задач вычисления и логических операций.

## 4.3 Выбор контроллерного оборудования БКНС

Для выбора контроллера произведем оценку следующих видов ПЛК:

- Schneider Electric Modicon M238;
- Mitsubishi Electric;
- ОВЕН ПЛК 110;

Для нашей системы достаточно использовать Mitsubishi Electric, так как по функциональным возможностям, надежности, возможностью наращивания не уступает Schneider Electric Modicon M238, однако стоимость его ниже, при этом данный вид контроллера уже имеет практическое применение в данном типе автоматизации, в отличие от ОВЕН ПЛК110, который уступает по надежности, модулям ввода/вывода, хотя его стоимость намного ниже.

Для выполнения задач, связанных с контролем и управлением процессом на БКНС, при разработке системы автоматического регулирования (САР), было выбрано семейство контроллеров фирмы Mitsubishi Electric, MELSEC L (рисунок 3), исходя из таких параметров, как:

- затраты, связанные на внедрение, освоение и техническую поддержку контроллера;
- надежность, которая складывается из: отсутствия отказов (рекламаций), востребованности контроллеров в отраслях промышленности РФ, востребованности контроллеров в отраслях мировой экономики;
- обмен данными: поддержка стандартных сетевых протоколов и форматов данных, производительность;
- удобство работы, то есть универсальность и наличие стандартных языков математического описания данных и процессов.



Рисунок 4.1 – Mitsubishi Electric, MELSEC L

Mitsubishi Electric, MELSEC L – это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации средней степени сложности.

Модульная конструкция MELSEC L, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания

обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. .

Все модули работают с естественным охлаждением.

Технические характеристики процессорного модуля L02SCPU приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технические характеристики процессорного модуля L02SCPU

Параметры		Значение
Способ управления		Циклическое выполнение сохранённой программы
Адреса ввода-вывода		1024/8192
Языки программирования		Функциональный блок, язык релейных схем, MELSP3(SFC), MELSAP-L, структурированный текст (ST), логический символический язык
Основные скорости обработки операций		60нс
Размер программы (кол-во шагов)		20к
Объём памяти	Память программы, байты	80к
	Стандартная RAM, байты	128к
	Стандартная ROM, байты	512к
Встроенные функции	Встроенные входы/выходы	16 входов (24 В пост.т.) /8выходов (5-24 В пост.т., 0.1 А на канал)
	Регистрация данных	10 настроек регистрации данных (для каждой можно задать 32-4832 Кб)
	Интерфейс связи	RS232, USB
	Подключение CC-Link	–
Таймер (Т)		2048
Счётчик (С)		1024
Relay (М)		8192
Максимальное кол-во подключаемых модулей		Базовый блок: 10модулей, Блок расширения: 11модулей
Вес, кг		0,32
Размеры (ШxВxГ), мм		70x90x95



## 4.4 Выбор датчика

### 4.4.1 Выбор расходомера

В качестве расходомеров рассмотрим кориолисовые расходомеры:

- Метран 360;
- Micro Motion F24;
- Yokogawa Rota Mass 3;

Сравнение расходомеров приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Сравнение кориолисовых расходомеров

Параметр	Метран 360	Kobold DMH-R	Yokogawa Rota Mass 3
Погрешность измерения	±0,5	±0,5	±0,1
Выходной сигнал	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART
Межповерочный интервал	4 года	4 года	4 года
Средний срок службы	18 лет	12 лет	12 лет
Степень защиты	IP68	IP68	IP68
Среднее время наработки на отказ	10 000 ч	10 000 ч	10 000 ч
Цена	184 740	287 000	327 452

В итоге выбран расходомер Kobold DMH-R (рисунок 4), так как затраты на внедрение и обслуживание намного ниже чем у других вариантов, при этом он удовлетворяет нас по степени защиты, диапазону температур, классу точности, выходному сигналу 4-20 мА, подходит для агрессивных сред.



Рисунок 4.2 – Расходомер KOBOLD DMH-R

Расходомер фирмы KOBOLD серии DMH-R (EP-R) предназначен для измерения и контроля объёмного расхода жидкостей, суспензий, паст и других электропроводящих материалов без потери давления.

Когда электропроводящая среда проходит через направленное магнитное поле, то, в соответствии с законом индукции Фарадея, возникает электрическое напряжение.

Величина этого напряжения пропорциональна средней скорости потока, а, следовательно, и объёмному расходу.

Расходомер состоит из датчика, который улавливает сигнал, порожденный возникшим напряжением, и преобразователя, который преобразует его в стандартный выходной сигнал (4-20 мА или пульсация). Преобразователь может быть прикреплен к датчику или установлен отдельно.

Давление, температура, плотность и вязкость не оказывают влияния на результаты измерения расхода. Следует избегать твердых частиц и пузырьков газа.

Отличительные особенности серии DMH-R (EP-R):

- большой выбор материала оболочки;
- электроды из нержавеющей стали, хастелоя, тантала или платины;
- широкий ассортимент соединений;
- возможность эксплуатации в неблагоприятных условиях окружающей среды.

#### 4.4.2 Выбор датчика температуры

Для измерения температуры проведем сравнительный анализ следующих датчиков:

- Метран ТСМУ-274;
- Метран ТСМУ-55;
- WIKA TR10-F;
- Метран-241.

Для измерения температуры нефти в корпусе насосного агрегата выберем датчик фирмы WIKA TR10-F. Термометры сопротивления данной серии предназначены для установки в емкостях и трубопроводах. Возможны стандартные фланцы по DIN EN или ASME. Эти датчики температуры предназначены для жидких и газообразных сред в условиях умеренной механической нагрузки. Модель TW40 гильзы имеет полностью сварную конструкцию и ввинчивается прямо в соединительную головку. При использовании в химически агрессивных средах рекомендуется специальное покрытие или твердое износостойкое покрытие в случае использования в абразивных средах.

Диапазон применения от - 200 до + 600°C

Составная защитная гильза модель TW40 включена

Подпружиненная измерительная вставка (сменная)

Взрывозащищенные исполнения Ex i и NAMUR NE24

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



Рисунок 4.3 – Датчик температуры WIKA TR10-F

Результаты сравнения сведены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Обзор датчиков температуры

Критерии выбора	Метран ТСМУ-274	Метран ТСМУ-55	WIKA TR10-F	Метран-241
Изменяемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	Малогабаритные подшипники и поверхности твердых тел
Диапазон измеряемых температур	-50 +180 °С	-50 +150	-200 +600 °С	-40...200 °С
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,25%	0,1%	0,75%
Потребляемая мощность	Не более 0,5Вт	0,5	-	-
Выходной сигнал	4–20мА+HART	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА
Взрывозащищенность	ExdIICT6	ExdIICT6	ЕЕхiaIICT6	ExdeIICT6
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет	5 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP65	-	IP67	IP5x

#### 4.4.3 Выбор уровнемера

Для задачи измерения давления проведем сравнительный анализ следующих датчиков:

- KRONHEBM-100 A;
- Метран-УЛМ-11;
- ДУУЗ-01;
- Сапфир-22ДУ.

Сравнение уровнемеров приведено в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Обзор уровнемеров

Критерии выбора	ДУУЗ-01	Сапфир-22ДУ	Метран-УЛМ-11	KRONHEBM-100 A
Измеряемые среды	Жидкость	Жидкость	Жидкость, сыпучие продукты	Жидкость, сжиженный газ
Критерии выбора	ДУУЗ-01	Сапфир-22ДУ	Метран-УЛМ-11	KRONHEBM-100 A
Диапазон измеряемых уровней	0–4000 мм	600–2500 мм	600–30000 мм	0–46000 мм
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,5%	0,005%	0,01%
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	ExibIIBT5	ExdIIBT4	ExdIIBT6	ExibIIBT6-T3
Температура окружающей среды	-45 +75 °С	-50 +50 °С	-50 +50 °С	-40 +85 °С
Срок службы	10	10	20 лет	-
Возможность измерения уровня раздела двух жидкостей	да	да	нет	да
Метод измерения	Контактный	Контактный	Бесконтактный	Бесконтактный

В качестве уровнемера будем использовать датчик Сапфир 22 ДУ, так как он более экономичен, для нашей системы не требуется повышенных требований к погрешности измерения уровня, а также внедрение и обслуживание является более ресурсосберегающим, относительно других датчиков.

Преобразователи Сапфир 22 ДУ предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами, в том числе, со взрывоопасными условиями производства и обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра – уровня жидкости или уровня границы раздела жидких фаз как нейтральных, так агрессивных сред — в стандартный токовый выходной сигнал дистанционной передачи. Преобразователи предназначены для контроля сред, не содержащих компонентов, конденсат

паров которых замерзает при температуре окружающего воздуха, возможной в процессе эксплуатации.

При изменении измеряемого уровня происходит изменение гидростатической выталкивающей силы, действующей на чувствительный элемент – буюк. Это изменение через рычаг передается на тензопреобразователь, размещенный в измерительном блоке, где линейно преобразуется в изменение электрического сопротивления тензорезисторов. Преобразователь преобразует это изменение сопротивления в токовый выходной сигнал. Гидравлический демпфер, внутренняя полость которого заполнена вязкой жидкостью, сглаживает колебания. Электронный блок позволяет получить: – линейно возрастающие характеристики выходного сигнала; – переключаемые различные токовые выходные сигналы; – контрольный сигнал "ТЕСТ", на специальных контактах клеммной колодки.



Рисунок 4.4– Датчик уровня Сапфир ДУ 22

#### 4.5 Выбор исполнительных механизмов

##### 4.5.1 Выбор регулирующего клапана

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стаби-

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

лизации регулируемой величины.

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

В качестве исполнительного механизма для регулирования расхода нефти будем использовать клапан с электроприводом (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Клапан с электроприводом

Регулятор расхода и клапан, регулирующий относятся к регулирующей арматуре, предназначенной для управления параметрами рабочей среды на определенном участке технологической системы или трубопровода. Они состоят из двух функционально связанных частей: регулирующего клапана, непосредственно воздействующего на поток проходящей рабочей среды путем изменения её пропускной способности и исполнительного механизма, создающего управляющее воздействие на регулирующий орган.

Для выбора клапана необходимо в первую очередь рассчитать требуемую величину  $K_v$  при параметрах, на которых будет работать клапан. Пропускную способность клапана  $K_v$  ( $\text{м}^3/\text{час}$ ) для рассчитывают по формуле:

$$K_v = Q \sqrt{\frac{\rho}{1000 \Delta P}} \quad (4.1)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

где  $Q$  – объемный расход нефти м<sup>3</sup>/час,  
 $\Delta P$  – перепад давления,  
 $\rho$  – плотность нефти.

Исходными данными для расчета пропускной способности являются следующие:

$\Delta P$  – потеря давления принята равной 2 кгс/см<sup>2</sup>;

$\rho$  – плотность нефти 838кг/м<sup>3</sup>;

$Q$  – рабочий расход 700м<sup>3</sup>/ч.

Итого расчетная пропускная способность клапана должна быть не менее 450м<sup>3</sup>/ч.

К полученному значению прибавляем 30% и получаем величину  $Kvs$  – требуемую минимальную пропускную способность клапана:

$$Kvs \geq 1,3 \times Kv = 1,3 \times 450 = 585 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для корректной работы системы, скорость потока среды в трубопроводе не должна превышать установленных пределов, для магистрального трубопровода для транспортировки вязкой жидкости- 3 м/с.

Диаметр трубопровода можно рассчитать по следующей формуле:

$$d = 18.8 \sqrt{\frac{Q}{w}} = 18.8 \sqrt{\frac{700}{3}} = 237 \text{ мм} \quad (4.2)$$

В данном случае целесообразно использовать трубопровод условным диаметром 250 мм (Ду250). В соответствии с таблицей зависимости диаметра трубопровода от расхода жидкости получен присоединительный размер клапана к трубопроводу  $D^y = 250$  мм.

В соответствии с вычисленными параметрами выбран конструкционный тип клапана – клеточно-плунжерный регулирующие-отсечной типа КМР.

Клеточно-плунжерные регулирующие клапаны КМР имеют широкий набор конструктивных исполнений дроссельных пар с расширенным рядом условных пропускных способностей клапанов, включая микрорасходы. Клапаны используются как для нейтральных сред, так и для химически активных сред.

Клапаны КМР принципиально отличаются от классических клеточных клапанов, как типом дросселирования (у клеточных – втулочное, а у клеточноплунжерных – плунжерное), так и устойчивостью к загрязненным средам. Отсутствие дросселирующих отверстий во втулке обеспечивает невозможность их засорения, а направляющая, выведенная из потока, обеспечивает высокую герметичность при хорошей соосности плунжера и седла клапана. Технические характеристики клапана приведены в таблице 4.6.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Таблица 4.6 – Технические характеристики клапана

Техническая характеристика	Значение
Условное давление $P_u$ , МПа	1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 10,0; 16,0
Условный проход, мм	10; 15; 20; 25; 32; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 150; 200; 300
Пропускная характеристика	равнопроцентная, линейная; расширенный диапазон регулирования
Диапазон температур регулируемой среды	от -40/-60 до + 225°C, от -40/-60 до + 450°C, от -40 до +500/550/600/650°C, от -90/-200 до + 225°C
Исходные положения плунжера клапана	НО – нормально открытое; НЗ – нормально закрытое
Материал корпуса	сталь 20, углеродистые низкотемпературные стали, 12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы;
Материал дроссельной пары	12X18H10T, 10X17H13M2T, специальные сплавы;
Класс герметичности для регулируемых клапанов по ГОСТ 23866-87(по DIN)	По ГОСТ выше IV (по DIN – V)
Класс герметичности по ГОСТ 9544-93	В-С (А – по специальному заказу)

Для регулирующего клапана выбран электропривод AUMA типа SA(R)M ExC 07.1 - SA(R)M ExC 16 .1. (рисунок 4.6). Приводы приводятся в действие двигателем и управляются узлом управления AUMA MATIC Ex, который входит в комплект поставки. Ограничение по ходу в оба направления осуществляется через конечные путевые выключатели. В конечных положениях возможно также отключение от выключателей крутящего момента. Вид отключения указывает изготовитель арматуры.

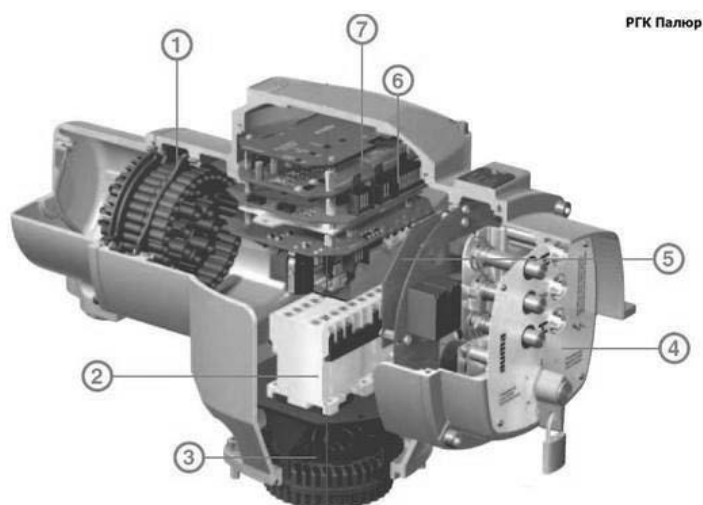


Рисунок 4.6 – Электропривод AUMA MATIC Ex 16

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР

Лист

26



Особенности приводов AUMA MATIC Конструкция:

- Модульная концепция дистанционного управления;
- Местное управление с запираемым ключом селектором, кнопками управления и индикаторными лампами;
- Программируемая логика управления ("по нажатию" или "самоподдерживающаяся");
- Программируемый тип отключения (по перемещению или по моменту);
- Возможен отдельный монтаж на настенном кронштейне;
- Управление мотором посредством реверсивных пускателей или тиристорov (опция);
- Автоматическая коррекция фаз;
- Внешнее питание =24 В (опция).

Надежность:

- Высокая защита оболочки;
- Высокая степень защиты от коррозии;
- Широкий температурный диапазон применимости;

Интерфейс:

- Управляющие входы с различными напряжениями (=/~);
- Безпотенциальные сигнальные реле для индикации состояния;
- Аналоговое управление (0/4-20 мА);
- Цифровые шины;
- Электрическое штекерное присоединение AUMA (клеммы опционально);

#### 4.5.2 Разработка схемы внешних проводов

Схема внешней проводки приведена в альбоме схем. Расходомеры преобразуют сигнал в унифицированный 4-20 мА, датчик давления преобразует сигнал с сенсора на базе емкостной ячейки в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА. Датчики системы мониторинга также приводят выходной сигнал в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА.

Для передачи сигналов от датчиков давления, расходомеров, амперметров и системы мониторинга на щит КИПиА используются по три провода, а для сигнализаторов – два провода. В качестве кабеля выбран КВВГ. Это – кабель с медными токопроводящими жилами с пластмассовой изоляцией в пластмассовой оболочке, с защитным покровом и предназначен для неподвижного присоединения к электрическим приборам, аппаратам и распределительным устройствам номинальным переменным напряжением до 660 В частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм.

При прокладке кабелей систем автоматизации следует соблюдать требования «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» ПУЭ и дополнительные правила разделения цепей:

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

- цепи сигналов управления и сигнализации напряжением 220 В переменного тока и 24 В постоянного тока должны прокладываться в разных кабелях;
- аналоговые сигналы должны передаваться с помощью экранированных кабелей отдельно от цепей сигналов управления и сигнализации;
- сигналы последовательной передачи данных (интерфейсные соединения);
- сигналы управления и контроля для взаиморезервируемых механизмов, устройств должны передаваться в разных кабелях;
- цепи отдельных шлейфов пожарной сигнализации должны.

#### 4.6 Выбор частотного регулирования привода насосного оборудования блочной кустовой насосной станции

Наблюдаемый в настоящее время тренд роста потребления электроэнергии системами ППД требует поиска новых решений для оптимизации энергозатрат. Повышение энергетической эффективности технологической системы ППД при текущей высокой стоимости электроэнергии и тенденции к ее увеличению на фоне высокого процента обводненности скважинной продукции означает уменьшение текущих экономических затрат на эксплуатацию и повышение экономической эффективности процесса нефтедобычи.

Центробежные секционные насосы, применяемые в блочных кустовых насосных станциях, являются основными энергопроизводящими и одновременно энергопотребляющими элементами системы ППД.

На практике энергетические затраты на систему ППД составляют до 30% от энергетических затрат на добычу и подготовку нефти (рисунок 4.7).

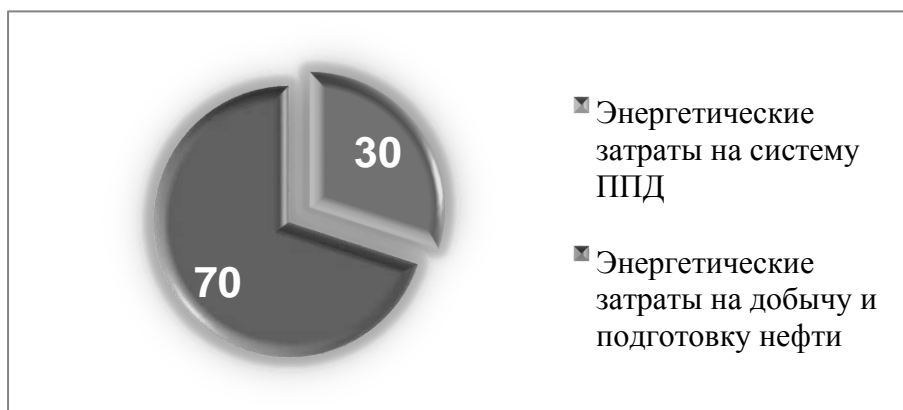


Рисунок 4.7 – Распределение энергетических затрат на Барсуковском месторождении ООО «РН-Пурнефтегаз»

В общем балансе потребления электроэнергии технологической системы ППД доля насосных агрегатов составляет 80–90%, а затраты на закачку воды в себестоимости добычи нефти составляют 26–35%.

Потери в насосах связаны с нерациональными режимами работы системы, которые характеризуются несоответствием параметров насосной группы парамет-

рам гидравлической сети и изменяющимся условиям технологии разработки нефтяного месторождения. Такие режимы эксплуатации вызывают возрастание доли непроизводительных потерь электроэнергии в технологической системе и повышение удельного расхода энергетических параметров на закачку воды.

Задача оптимизации управления режимами работы БКНС системы ППД связана с необходимостью учета множества неразрывных технологических, гидравлических и режимных параметров элементов всей системы.

Процесс оптимизации заключается в сближении гидравлических характеристик сети и насосов БКНС при минимизации непроизводительных потерь электроэнергии. Каждому состоянию гидравлической сети и совокупности плановых заданий по закачкам в нагнетательные скважины соответствует свой оптимальный режим работы БКНС, т.е. положение рабочей точки на расходнонапорной характеристике гидравлической сети, при этом удельный расход электроэнергии является минимальным.

Одним из методов сближения характеристики БКНС и рабочей точки гидравлической сети является применение частотного регулируемого электропривода (ЧРП) насосных агрегатов БКНС.

На примере Тарасовского месторождения был произведен сравнительный анализ, который продемонстрировал, что частотное управление обеспечивает наибольшее оперативное регулирующее воздействие на производительность насосов, исключая потери электроэнергии. Это позволит повысить уровень управляемости и расширить нагрузочный диапазон насосов при уменьшении доли непроизводительных потерь электроэнергии и повышении экономической эффективности процесса заводнения [26].

С целью оптимизации работы БКНС на Тарасовском месторождении ООО «РН-Пурнефтегаз», насосный блок БКНС был подвергнут техническому перевооружению, одним из этапов которого была обозначена замена установки безударного пуска высоковольтных двигателей (УБПВД) на блок тиристорного преобразователя частоты (ЧРП).

Недостатками применения УБПВД в технологическом процессе объекта являются:

- применение устройства безударного пуска высоковольтных двигателей не позволяет в режиме постоянного времени выполнять задачи по непрерывному регулированию частоты вращения одного из электродвигателей привода насосов перекачки пластовой воды (поддерживания заданной производительности насоса и отсутствия диапазона регулирования);

- работа электроприводов насосов в номинальном режиме работы предусматривает 100% загрузку, что приводит к дополнительным потерям мощности электрических машин и перерасходу электрической энергии.

Для устранения недостатков в работе существующей системы электроснабжения БКНС с устройством безударного пуска высоковольтных двигателей приводов насосов Н1, Н2, Н3 предлагается исключить УБПВД из существующей рабочей схемы электроснабжения высоковольтных двигателей, заменить на систему частотного регулирования (СЧР) на базе двух взаимозаменяемых многоуровневых

высоковольтных преобразователей частоты (ТПЧ) типа ABS-DRIVE-S06/200 с цифровыми системами управления, интегрированными в щит ТПЧ силовыми сухими многообмоточными трансформаторами и токоограничивающими реакторами, в комплекте с коммутационной аппаратурой (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8 – Общий вид преобразователя

На этапе внедрения ЧРП предусматривается:

- установка блока тиристорного преобразователя частоты взамен УБПВД;
- прокладка кабельных линий между блоком тиристорного преобразователя частоты и ЗРУ-6 кВ ПС-35/6 кВ;
- прокладка кабельных линий между блоком тиристорного преобразователя частоты и БКНС;
- подключение шкафа контроллера системы ЧРП блока тиристорного преобразователя частоты к системе АСУ ТП БКНС месторождения.

На этапе внедрения ЧРП насосное оборудование будет работать с частотным регулированием, с обеспечением давления на выходе насоса 21 МПа и обеспечением требуемого уровня суммарной закачки, с учетом 15%, 262,296 м<sup>3</sup>/ч, путем работы двух насосных агрегатов одновременно с изменением числа оборотов вала в зависимости от требуемого уровня закачки.

Расчеты мощности при заданном уровне закачки и давлении, равном 21 МПа, сведены в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 – Потребляемая мощность насосного оборудования на этапе внедрения частотного регулируемого привода

В максимальный год	Суммарный объем, м <sup>3</sup>	Подключенный насос	Потребляемая мощность насоса в номинальном, кВт	Потребляемая мощность насоса при заданном объеме закачки с ЧРП, кВт
2018	262,296	ЦНС 240–1900	1560	1190
		ЦНС 200–2100	1430	1130
2019	262,296	ЦНС 180–1900	1290	1050
		ЦНС 240–1900	1430	1130
2020	262,296	ЦНС 180–1900	1290	1050
		ЦНС 240–1900	1560	1190

В состав тиристорного преобразователя частоты типа ABS-DRIVES06/200 входят следующие основные элементы и оборудование:

- Высоковольтный преобразователь частоты ABS-DRIVE (ТПЧ) – представляет собой автономный инвертор напряжения с интегрированным многообмоточным силовым трансформатором, обеспечивающий преобразование частоты без использования повышающего трансформатора на выходе ТПЧ;
- Шкаф контроллера (ШК) – представляет собой напольный шкаф одностороннего обслуживания, в который устанавливается современный промышленный контроллер WinPac модульной конструкции;
- Шкаф высоковольтный коммутационный (ШВК), с установленными внутри коммутационными аппаратами – выдвижными вакуумными контакторами, предназначенные для подключения электродвигателей к шине переменного частоты.

Вывод по разделу четыре:

В данном разделе рассмотрено внедрение нового оборудования. Это позволит сблизить гидравлические характеристики сети и насосов БКНС при минимизации непроизводительных потерь электроэнергии.

Использование частотно-регулируемого электропривода обеспечивает повышению эффективности энергопотребления технологической системы поддержания пластового давления и работоспособности БКНС, что благоприятно сказывается на ресурсе оборудования, который повышается на 15%.

В результате сравнения существующей системы и модернизированной на соседнем месторождении выяснилось, что энергопотребление системы снизилось на 20 %.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

## 5 РАЗРАБОТКА АСУ БКНС

### 5.1 Алгоритм управления АСУ БКНС

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

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

В данном проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

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

### 5.2 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения давления воды в трубопроводе. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения давления на выходе представлен в альбоме схем.

Описание алгоритма сбора данных: начало работы, инициализация устройства. Далее идет проверка на обрыв линии, если ток меньше 4 мА, то выдается предупреждение об обрыве линии, если больше, то идет проверка на КЗ, если ток более 20 мА, то выдается предупреждение о КЗ, если же менее 20 мА, то идет инициализация уставок. После этого проверяется каждая уставка, если уставки нарушены, то выводится сообщение о превышении или понижении давления. Если уставки в норме, то идет перевод значений в единицы кПа.

### 5.3 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм пид регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям. Пид-регулятор используется в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра.

Пид-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорци-

										Лист
										32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР					

онально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения.

Объектом управления является участок трубопровода после насосного агрегата. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее это давление приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на преобразователь, на выходе которого получаем частоту, пропорционально которой работает насос. На объект управления воздействует возмущение в виде потока проходящей жидкости. Объект управления представляет с собой аperiodическое звено 1 порядка с запаздыванием.

Объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения давления и регулирующим органом. Длина этого участка определяется правилами установки датчика и регулирующих органов и составляет 5 метров. Динамика объекта управления  $W(p)$ , выраженная как отношение «расход вещества через клапан» (объемный расход жидкости после клапана) к «расходу вещества через расходомер» (измеряемый объемный расход жидкости) приближенно описывается аperiodическим звеном первого порядка с чистым запаздыванием. Воспользовавшись типовой передаточной функцией трубопровода согласно [3] для схемы управления насосом дросселированием потока на линии нагнетания передаточная функция участка регулируемого объемного расхода жидкости трубопровода будет:

$$W(p) = \frac{Q_k(p)}{Q(d)} = \frac{K}{Tp+1} e, \quad (5.1)$$

$$T = \frac{2Lfc^2}{Q}, \quad (5.2)$$

$$\tau_0 = \frac{Lf}{Q}, \quad (5.3)$$

$$C = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, \quad (5.4)$$

$$f = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (5.5)$$

где  $Q_k(p)$  – объемный расход жидкости после клапана;  
 $Q(p)$  – измеряемый объемный расход жидкости;  
 $\rho$  – плотность жидкости;  
 $L$  – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;  
 $d$  – диаметр трубы;  
 $f$  – площадь сечения трубы;  
 $\Delta p$  – перепад давления на трубопроводе;

$\tau_0$  – запаздывание;  
 $T$  – постоянная времени.

Характеристики объекта управления приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Характеристики объекта управления

№	Наименование	Единица измерения	Количество
1	Плотность нефти	кг/м <sup>3</sup>	838
2	Вязкость нефти при 20 °С	мм <sup>2</sup> /с	5,86
3	Выход фракций, не менее, до температуры: 200 °С 300 °С 350 °С	% об.	27 47 57
4	Массовая доля парафина, не более	% масс.	6,0
5	Массовая доля воды, не более	% масс.	0,5
6	Класс опасности в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76*		3
7	Предельно допустимая концентрация аэрозоля нефти в воздухе рабочей зоны (при перекачке и отборе проб)	мг/м <sup>3</sup>	10

Линеаризованные уравнения, описывающие работу систем:  
 Частотный преобразователь:

$$T_1 \frac{df}{dt} + f = k_1 \cdot I.$$

Насос:

$$T_2 \frac{d\omega}{dt} + \omega = k_2 \cdot f.$$

Редуктор:

$$Q = k\omega.$$

Трубопровод:

$$T_3 \frac{dP}{dt} + P = k_3 \cdot Q.$$



Здесь:

Q – Количество жидкости;

P – давление в трубопроводе;

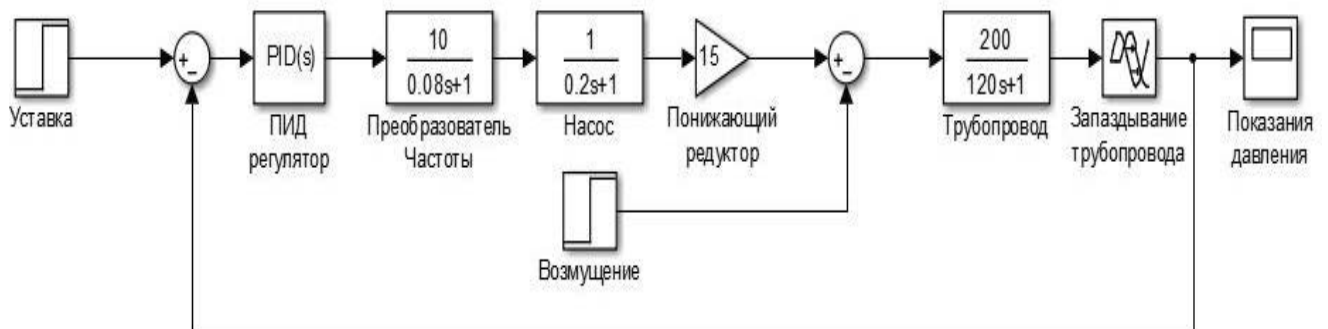


Рисунок 5.1 – Структурная схема САР

Proportional (P):	<input type="text" value="2.69808070979025e-05"/>	[-]
Integral (I):	<input type="text" value="2.66216349969773e-07"/>	
Derivative (D):	<input type="text" value="0"/>	
Filter coefficient (N):	<input type="text" value="100"/>	

Рисунок 5.2 – Коэффициенты ПИД-регулятора

#### 5.4 Экранные формы БКНС

Управление в АС БКНС реализовано с использованием SCADA-системы Trace Mode 6.09. Эта SCADA-система предназначена для использования на действующих технологических установках в реальном времени и требует использования компьютерной техники в промышленном исполнении, отвечающей жестким требованиям в смысле надежности, стоимости и безопасности. SCADA-система Trace Mode 6.09 обеспечивает возможность работы с оборудованием различных производителей с использованием OPC-технологии. Другими словами, выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

#### 5.5 Разработка дерева экранных форм

Управление работой программы осуществляется при помощи манипулятора «мышь» и клавиатуры.

Экран разбит на три области – основное поле, кнопки переключения экранов и окно аварий. В основном поле расположены мнемосхемы узла учета, тренды, кнопки управления программой, параметры технологического процесса.

Переход из одной экранной формы в другую осуществляется путем перевода указателя мыши на закладку нужной экранной формы и нажатием левой кнопки мыши.

<i>Техн. схема</i>	<i>Тренды</i>	<i>Паспорт качества</i>	<i>Архивные отчеты</i>	<i>Настройки</i>	<i>Месячные отчеты</i>	<i>Цвет фона</i>
<i>Журнал рег. СИ</i>	<i>Журнал событий</i>	<i>Акт приема-сдачи</i>	<i>Текущие отчеты</i>	<i>Вент/ДЕ</i>	<i>Резерв</i>	

Рисунок 5.3 – Панель оператора

АРМ оператора поддерживает работу различных групп пользователей с разными правами доступа к тем или иным элементам автоматизированного рабочего места. Для входа в приложение под соответствующим вам именем и

паролем необходимо нажать кнопку **Пользователь** в левом верхнем углу приложения.

На экране появится окно ввода, показанное ниже.

Рисунок 5.4– Вход в систему SCADA

В выпадающем списке этого окна выберите имя пользователя, а в поле Password введите свой пароль. При вводе пароля проследите за текущей раскладкой клавиатуры и регистром вводимых символов.

После ввода логина и пароля, если же они оказываются верными, появляется мнемосхема основных объектов БКНС. Открытие мнемосхем объектов БКНС происходит нажатием на прямоугольную область мнемосхемы основных объектов в соответствии с названием объекта, за которым необходимо вести контроль. Мнемосхемы некоторых объектов включают в себя дополнительные мнемосхемы, которые позволяют вести более тщательный контроль состояний объектов и управлением этими объектами. Открытие дополнительных мнемосхем осуществляется нажатием на прямоугольной области с соответствующим названием функции или на фигуре устройства мнемосхемы объекта БКНС.

Переход на экран «Схема» осуществляется нажатием левой клавишей мыши на кнопку «Схема». Эта экранная форма предназначена для контроля текущих технологических параметров БКНС.

На схеме постоянно осуществляется отображение текущих параметров узла учета:

- давление нефти в трубопроводе;
- температура обмоток двигателя;
- напряжение и ток, подаваемые на двигатель;
- давление в насосе и выходной трубе;
- расход нефти в трубопроводе.

Вывод разделу пять:

В данном разделе разработаны алгоритмы управления, сбора данных измерений, автоматического регулирования технологическим параметром. Выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ ВКР				

## 6 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

### 6.1 Общая стоимость материальных затрат

Стоимость всех материалов, используемых при разработке выпускной квалификационной работы приведены в таблице 6.1 материальные затраты. В расчете материальных затрат учитываются транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 6.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Затраты на материалы, руб.
Контроллер Mitsubishi Electric, MELSEC L	шт.	1	27938	34922
Расходомер Kobold DMH-R	шт.	2	29000	66700
Датчики давления Kobold PAD-R	шт.	4	16000	73600
Датчик температуры "WIKA TR100-F"	шт.	4	2280	7866
Уровнемер Сапфир ДУ22	шт.	4	17000	58650
Частотный преобразователь Danfoss VLT AQUA 3 МВт	шт.	2	3120000	163300
Клапан, регулирующий КМР d250	шт.	4	68000	244800
Итого:				6726188

### 6.2 Расчет затрат на специальное оборудование

Включается затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования Mitsubishi. В таблице 6. приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ.

Таблица 6.2– Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования, руб	Общая стоимость, руб
Trace Mode	1	78800	78800
итого:			78800

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.3 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,58	1	0,965
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6	4,4	4,15
3	Интегральный показатель эффективности	7,93	4,4	4,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	–	1,83	1,87

Вывод по шестой главе:

В данном разделе рассмотрены материальные затраты и затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования Mitsubishi. Показан результат сравнительной эффективности разработки.

## 7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 7.1 Краткое описание кустовой насосной станции на барсуковском месторождении ООО «РН -Пургефтегаз»

ООО «РН-Пурнефтегаз» – дочернее общество ПАО «НК «Роснефть», ведёт разработку нефтяных и газовых месторождений в Ямало-Ненецком автономном округе.

Производственное объединение «Пурнефтегаз» основано в 1986 году для освоения группы нефтегазовых месторождений в приполярной зоне Ямало-Ненецкого автономного округа. В качестве базового населённого пункта в основном силами «Пурнефтегаза» был построен посёлок Губкинский, который в 1996 году получил статус города. В 1995 году предприятие вошло в состав ПАО «НК «Роснефть».

Разрабатываемые месторождения характеризуются высоким этажом нефтегазоносности с чередованиями нефтяных, нефтегазовых, газовых и газоконденсатных залежей. К настоящему времени запасы двух основных месторождений Пурнефтегаза, Барсуковского и Тарасовского, выработаны примерно на 40%. В ближайшей перспективе по мере решения проблем с утилизацией добываемого попутного газа Компания намерена использовать значительный потенциал роста добычи на этих месторождениях, а также на крупнейшем Комсомольском нефтегазоконденсатном месторождении.

### 7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Видеотерминалы (ВДТ) и системные блоки производят электромагнитное излучение. Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений приведены в СанПиН /2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно- вычислительным машинам и организации работы». Напряженность электромагнитного поля в 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей составляет не более 25 В/м в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц, и не более 2,5 В/м в диапазоне частот от 2...400 кГц. Плотность магнитного потока в 50 см вокруг дисплея составляет не более 250 нТл в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц, и не более 25 нТл в диапазоне частот 2...400 кГц; поверхностный электростатический потенциал не превышает 500 В. Время работы за дисплеем не должно превышать 4-х часов в сутки. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены устанавливаются регламентированные перерывы (при 8 часовом рабочем дне - 15 минут каждый час работы).

Дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см. В рабочем помещении все мониторы расположены на отдельных столах.

Персонал обязан знать и строго соблюдать правила ТБ. Обучение персонала ТБ и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

При работе с компьютером, источником ионизирующего излучения является дисплей. Под его влиянием в организме происходит торможение функций кровеносных органов, нарушение нормальной свертываемости крови и увеличение хрупкости кровеносных сосудов, снижение сопротивляемости организма инфекционным заболеваниям и др.

Доза облучения при расстоянии до дисплея 20 см составляет 50 мкбэр/час. Конструкция ВДТ и ПЭВМ должна обеспечивать мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ не более 1 мбэр/час (100 мкР/час) в соответствии с СанПиН 2.2/2.4.1340-03.

Способы защиты: увеличение расстояния от источника излучения, применение приэкранных фильтров, специальных экранов и других средств индивидуальной защиты.

### 7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса

Одним из необходимых условий здорового и высокопроизводительного труда инженера АСУ ТП в помещении является обеспечение нормальных микроклиматических условий, являющихся важной характеристикой санитарно-гигиенических условий труда. Санитарно-гигиенические требования к помещениям изложены в СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Работа инженера АСУ ТП по интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) относится к категории Іб, а именно к работе, производимой сидя, стоя или связанная с ходьбой и сопровождающаяся некоторым физическим напряжением, при которых расход энергии составляет от 120 до 150 ккал/ч. В таблице 7.1 делаются выводы о допустимости параметров микроклимата на рабочем месте.

Таблица 7.1 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений

Период года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Фактическое значение	Допустимое значение		Фактическое значение	Допустимые значение
Холодный	Іб	от 24 до 27	от 26,1 до 27	40	0,1	0,1
Теплый	Іб	от 22 до 25	от 24,1 до 28	50	0,14	0,18

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении должны подаваться следующие объёмы

наружного воздуха:

- 30 м<sup>3</sup> на человека – в случае помещения с естественным проветриванием;
- 60 м<sup>3</sup> на человека без естественного проветривания.

Нормы установлены для людей, находящихся в помещении более двух часов непрерывно. Все данные приведены в соответствии со СНиП 41-01-2003. Объем рабочего помещения кабинета где находится рабочее место инженера АСУ ТП, составляет 40,5 м<sup>3</sup>, при ширине равной 4,5 м и длине 3 м, площадь, соответственно, равна 13,5 м<sup>2</sup>. Высота кабинета составляет 3 м. В данном кабинете постоянно работает только инженер АСУ ТП – один человек. Поэтому, можно считать, что на одного рабочего приходится 30 м<sup>3</sup> объема помещения (с естественным проветриванием в кабинете) и больше 6 м<sup>2</sup> площади, что в результате удовлетворяет требованиям санитарных правил и норм (СанПиН 2.2.4.548-96, СНиП 41-01-2003, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03).

В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемом кабинете используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками.

#### 7.4 Охрана труда

К работе на ДП допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие вводный инструктаж, обучение безопасным приемам и методам работы, инструктаж на рабочем месте по правилам внутреннего распорядка, технике безопасности при эксплуатации технологического оборудования по профессиям и выполнении отдельных видов работ, правилам пожарной безопасности на подстанции и успешно сдавшие экзамены на допуск к самостоятельной работе. Весь персонал должен уметь оказывать первую помощь пострадавшим. Персонал должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с типовыми отраслевыми нормами и характером выполняемой работы.

Замена неисправных элементов проводится на обесточенном комплексе. Реализация внешнего вида конструкций должна предусматривать отсутствие острых, колющих и режущих кромок, представляющих потенциальную опасность травмирования.

При обслуживании и ремонте оборудования используются следующие средства защиты:

- инструменты с диэлектрическими ручками;
- указатель напряжения (ИН – 2).

При оценке условий труда учитываются время воздействия электромагнитного поля и характер облучения. Средства и методы защиты от электромагнитных полей делятся на три группы: организационные, инженерно-технические и лечебно-профилактические. Наиболее рациональными к применению являются инженерно-технические меры защиты:

- электрогерметизация элементов схем, блоков, узлов установки в целом;

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



– рациональное размещение оборудования.

Для обеспечения электробезопасности в помещении проверены следующие показатели:

- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением, для случайного прикосновения;
- электрическое разделение сети;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, что достигается применением малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, защитным отключением, применением специальных электротехнических средств — переносных приборов и приспособлений;
- организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Приборы, находящиеся в помещении работают от номинального напряжения 220 В. В нашем случае применено заземление с изолированной нейтралью. Заземление выведено на заземляющий контур с сопротивлением 4 Ома. Заземление дисплеев осуществляется через системный блок ЭВМ.

Соединение ПК с сетью выполнено с помощью трёхжильного медного силового кабеля с вилкой, имеющей клеммы заземления. Все провода в рабочем помещении имеют характеристики, соответствующие токам и напряжениям в сети

## 7.5 Производственная санитария

К современному производственному освещению, в том числе освещению помещения, предъявляются высокие требования как гигиенического, так и технико-экономического характера.

К системам производственного освещения предъявляются следующие требования:

- соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы, достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях и в окружающем пространстве, отсутствие резких теней, прямой и отраженной блескости (блескость – повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая ослепленность);
- оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;
- площадь оконных проемов должна составлять не менее 25% площади помещения.

При работе на ЭВМ пользователь выполняет работу высокой точности, при минимальном размере объекта различения 0,3-0,5 мм (толщина символа на экране), разряда работы III, подразряда Г (экран – фон светлый, символ – объект различения – темный или наоборот). Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 и СНиП 23-05-95 освещенность рабочего места при комбинированном освещении должна составлять 300 лк.

Размеры помещения: длина  $A = 15\text{м}$ ; ширина  $B = 9,5\text{м}$ ; высота  $H = 4,75\text{м}$ . Система освещения общая равномерная, светильник светодиодный ECOSPACE

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

подвесной EL-ДПО-01-036-0084-20X с лампами которые имеют следующие характеристики: мощность  $W=36\text{Вт}$ , напряжение питания  $U=220\text{В}$ .

Расчет выполняется методом коэффициента использования светового потока, в следующем порядке[23]:

1) определяется высота подвеса светильника над рабочей поверхностью:

где  $H$ – высота рассматриваемого помещения,  $H=4,75\text{м}$ ;

$h_p$  – высота рабочей поверхности,  $h_p=0,8\text{ м}$ ;

$h_c$  – высота светильника,  $h_c = 1,75\text{ м}$ .

2) определяется индекс помещения  $i$ :

где  $A$  - длина рассматриваемого помещения, м;

$B$  – ширина рассматриваемого помещения, м;

$H_{\text{п}}$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м.

3) выбирается коэффициент использования светового потока лампы (%), зависящий от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, высоты подвеса светильников и индекса помещения,  $\eta=65\%$ ;

4) выбирается коэффициент запаса  $K = 1,1$ ;

5) определяется количество светильников  $N$ , шт., при условии равномерного освещения

где  $\Phi_{\text{л}}$ –световой поток одного светильника,  $3600\text{ Лм}$ ;

$E_{\text{н}}$ –нормируемая минимальная освещенность,  $200\text{ лк}$ ;

$S$ –площадь освещаемого помещения,  $142,5\text{ м}^2$ ;

$Z$ –коэффициент минимальной освещенности, определяемый отношением  $E_{\text{ср}}/E_{\text{min}}$  значения которого, для светодиодных светильников–1;

$K$ –коэффициент запаса, равный  $1,1$  ;

$\gamma$  – коэффициент затенения рабочего места работающим, равно  $0,9$ ;

$\eta$ –коэффициент использования светового потока лампы (%), зависящий от типа лампы, типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, высоты подвеса светильников и индекса помещения  $i$ , равный  $65\%$ .

Принимаем  $N=12$  штук. В помещении искусственное освещение осуществляется с помощью 12 светодиодных светильников. Непосредственно на рабочих столах предусматривается установка местного освещения. Осветительные установки не должны создавать слепящих бликов, а также необходимо исключить попадание в глаза прямого света. Освещенность рабочих мест составляет  $200\text{Лм}$  при норме освещения  $200\text{Лм}$ , следовательно, установка дополнительного освещения не требуется.

Кроме освещённости, большое влияние на деятельность диспетчера оказывает цвет окраски помещения и спектральные характеристики используемого света. Рекомендуются, чтобы потолок отражал 80-90%, стены - 50-60%, пол - 15-30% падающего на них света. К тому же цвет обладает некоторым психологическим физиологическим действием. Например, тона "теплой" гаммы( красный, оранжевый, желтый) создают впечатление бодрости, возбуждения, замедленного течения времени и ощущение тепла." Холодные" тона (синий, зеленый, фиолетовый) создают впечатление покоя и вызывают у человека ощущение прохлады. Предметы и поверхности, окрашенные в "холодные" цвета, кажутся меньше, чем

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

окрашенные в "теплые" тона (при их одинаковой светлости) и как бы удаляются от смотрящего.

С осторожностью следует применять сочетания различных тонов, так как одновременное использование "теплых" и "холодных" тонов может вызвать состояние растерянности и беспокойства.

Действие на человека недостаточной освещённости рабочей зоны и пониженной контрастности. Неудовлетворительное освещение утомляет не только зрение, но и вызывает утомление всего организма в целом. Неправильное освещение часто является причиной травматизма (плохо освещённые опасные зоны, слепящие лампы и блики от них). Резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю ориентации работающих, а также вызывают потерю чувствительности глазных нервов, что приводит к резкому ухудшению зрения.

Рациональный режим труда и отдыха работников, установленный с учетом психофизиологической напряженности труда, динамики функционального состояния систем организма и работоспособности, предусматривает строгое соблюдение регламентированных перерывов. Для обслуживающего персонала — диспетчеров, непрерывная работа за монитором не должна превышать четырёх часов при 8 часовом рабочем дне, а количество обрабатываемых символов 30 тыс. за 4 часа работы. В соответствии с особенностями трудовой деятельности и характером функциональных изменений со стороны различных систем организма в режиме труда должны быть введены два или три регламентированных перерыва длительностью 10 минут каждый. В течение рабочего дня необходимо равномерно распределять и чередовать различную по степени напряженности нагрузку (ввод данных, редактирование программ, печать документов или чтение информации с экрана).

## 7.6 Эргономика и производственная эстетика

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля для средних размеров тела человека приведены на рисунках 12 и 13.

Выполнение частых трудовых операций должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля, приведенных на рисунке 14.

Конструкция рабочего места диспетчера должна обеспечивать оптимальное положение, что достигается за счет регулирования высоты сиденья и подставки для ног.

Подставка для ног должна быть регулируемой по высоте. Ширина должна быть не менее 300 мм, длина — не менее 400 мм. Поверхность подставки должна быть рифленой. По переднему краю следует предусматривать бортик высотой 10 мм.

Важным фактором является пространство под столом, его должно быть достаточно, чтобы удобно сгибать и разгибать колени.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Стол должен иметь криволинейную форму, за счет вогнутости его большая часть оказывается используемой, т.к. попадает в зону досягаемости моторного поля. Поскольку работа диспетчера сочетает в себе работу за компьютером и бумажную, то стол помимо места для монитора, клавиатуры, системного блока должен содержать еще и дополнительные полочки и ящики, чтобы не загружать бумагами рабочее пространство стола. Стол должен позволять менять глубину положения монитора. Площадь столешницы не должна быть менее 1 м<sup>2</sup>. Чем массивнее стол, тем лучше, меньше вибрации от техники.

Монитор должен располагаться на рабочем столе прямо, и удален от глаз минимум на 50-60 см. Верхняя граница экрана должна быть на уровне глаз или не ниже 15 см ниже уровня глаз.

Кресло должно обеспечивать физиологически рациональную рабочую позу, при которой не нарушается циркуляция крови и не происходит других вредных воздействий. Для этого необходимо чтобы у кресла была упругая спинка анатомической формы, которая уменьшит нагрузку на позвоночник. Также для того чтобы снимать нагрузку с мышц плечевого пояса кресло обязательно должно быть с подлокотниками и иметь возможность поворота, изменения высоты и угла наклона сиденья и спинки. Важно, чтобы все регулировки были независимыми, легко осуществимыми и имели надежную фиксацию. Кресло должно быть регулируемым, с возможностью вращения, чтобы дотянуться до далеко расположенных предметов.

Также значение имеют не только оптимальное расположение монитора, но и его технические параметры. Прежде всего, это разрешение монитора и частота обновления изображения. Так как диспетчеру приходится иметь дело с информацией графического вида, то к техническим параметрам монитора предъявляются особые требования. Для работы необходим плоскоэкранный монитор с диагональю минимум 17" или 19", оптимальное разрешение – 1024\*768 или 1280\*1024 соответственно. Однако при этом частота обновления изображения не должна быть меньше 100 Гц, поскольку колебания яркости приводят к нервному переутомлению и быстрому ухудшению зрения.

Неправильное положение рук при печати на клавиатуре приводит к хроническим растяжениям кисти. Важно не столько отодвинуть клавиатуру от края стола и опереть кисти о специальную площадку, сколько держать локти параллельно поверхности стола и под прямым углом к плечу. Поэтому клавиатура должна располагаться в 10-15 см (в зависимости от длины локтя) от края стола. В этом случае нагрузка приходится не на кисть, в которой вены и сухожилия находятся близко к поверхности кожи, а на более "мясистую" часть локтя. Глубина стола должна позволяет полностью положить локти на стол, отодвинув клавиатуру к монитору.

Свет регулирует все функции человеческого организма и влияет на психологическое состояние и настроение, обмен веществ, гормональный фон и умственную активность.

Помещения с ПК должны иметь естественное и искусственное освещение.

Естественное освещение должно осуществляться через световые проёмы,

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

ориентированные преимущественно на север и северо-восток.

Искусственное освещение должно осуществляться системой общего равномерного освещения, светильники следует располагать локализовано над рабочим столом ближе к его переднему краю, обращенному к диспетчеру. В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно лампы накаливания либо люминесцентные лампы с повышенной частотой мерцания.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещении следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

При работе на ПК значимыми являются вибрационные характеристики размещения рабочего места. Помимо того, что вибрация отрицательно влияет на саму технику, деятельность человека также довольно чувствительна к вибрационной обстановке.

Снизить уровень шума в помещениях с ПК можно путём использования звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8000 Гц для отделки помещений (разрешённых органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России), подтверждённых специальными акустическими расчётами.

Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15 – 20 см от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

Для достижения требуемых параметров воздуха необходимо кондиционирование воздуха, при отсутствии вентиляции в закрытых помещениях возрастает концентрация углекислого газа и других вредных веществ. Это негативно сказывается на самочувствии людей, вызывает головную боль, сонливость, потерю работоспособности. Частично проблему можно решить, периодически проветривая помещение, однако в этом случае вместе со свежим воздухом внутрь попадает пыль, разные запахи, уличный шум.

Системы отопления и системы кондиционирования следует устанавливать так чтобы ни тёплый, ни холодный воздух не направлялся на людей, работающих в помещении. Температура воздуха у поверхности пола и на уровне головы не должна отличаться более чем на 5°C.

Стены помещения могут быть желтого цвета с красно-зелеными вкраплениями. Желтый и красный цвета – это теплые цвета, вызывающие психологическое ощущение тепла, производящие оживляющее впечатление. Это активные цвета, динамические, стимулирующие деятельность, приводящие к кратковременному повышению производительности труда. Зеленый – холодный цвет, успокаивает, облегчает напряжение глаза. Это цвет, способствующий душевной сосредоточенности и сохранению неизменной производительности труда. Общее сочетание цветов снимают умственное утомление и способствуют умственной деятельности.

Пол покрыт линолеумом темно-коричневого цвета – это тёплый цвет, который

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

смягчает возбудимость.

Помещение содержит большое количество шкафов с нормативными документами. Шкафы голубого цвета. Этот цвет создает впечатление свежести и покоя. Голубой цвет снижает мускульное напряжение, кровяное давление, нормализует пульс и успокаивает дыхание, побуждает к размышлениям, способствует лучшему усвоению информации.

Остальная мебель светло-коричневого цвета. Этот цвет стабилизирует раздражение.

Данная цветовая окраска помещения соответствует функциональным целям помещения и характеру работы, способствует снижению утомляемости и лучшему усвоению информации, что наиболее важно при данной работе.

Помещение щита украшено цветами, которые располагаются на подоконниках, полочках, кашпо и т.д. Декоративные растения выполняют функцию санитаров окружающей среды, способствуют уменьшению запыленности, повышению влажности воздуха, смягчают шумы.

К пассивным средствам повышения работоспособности относится функциональная музыка. Ее трансляция перед началом работы должна способствовать переключению внимания диспетчера на трудовой процесс.

## 7.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Под техникой безопасности подразумевается комплекс мероприятий технического и организационного характера, направленных на создание безопасных условий труда и предотвращение несчастных случаев на производстве. Обеспечение здоровых и безопасных условий труда возлагается на администрацию предприятия. Администрация предприятия обязана внедрять современные средства техники безопасности, обеспечивающие санитарно-гигиенические условия и предотвращающие возникновение профессиональных заболеваний рабочих.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. К работе допускаются лица, имеющие III группу по электробезопасности, прошедшие:

- обучение по охране труда и безопасным методам выполнения работ;
- обучение по оказанию первой помощи;
- вводный и первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте;
- стажировку на рабочем месте;
- проверку знаний требований охраны труда и безопасных методов выполнения работ;
- предварительные и периодические медицинские осмотры.

## 7.8 Экологическая безопасность

К основным физическим факторам окружающей среды, оказывающим негативное воздействие на здоровье человека, относятся шум, вибрация, электромагнитные излучения, электрический ток.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Шум представляет собой комплекс звуков, вызывающих неприятные ощущения, в крайнем случае – разрушение органов слуха.

Вибрация представляет собой сложный колебательный процесс с широким диапазоном частот, возникающий в результате передачи колебательной энергии от какого-то механического источника.

Источниками электромагнитного излучения служат радиолокационные, радио- и телевизионные станции, различные промышленные установки, приборы, в том числе бытового назначения.

Электрическое поле в значительной степени оказывает вредное воздействие на человека. По характеру воздействия различают три уровня:

- непосредственное воздействие, проявляющееся при пребывании в электрическом поле; эффект этого воздействия усиливается с увеличением напряженности поля и времени пребывания в нем;

- воздействие импульсных разрядов (импульсного тока), возникающих при прикосновении человека к изолированным от земли конструкциям или при прикосновении человека, изолированного от земли, к растениям, заземленным конструкциям и другим заземленным объектам;

- воздействие тока, проходящего через человека, находящегося в контакте с изолированными от земли объектами – крупногабаритными предметами, протяженными проводниками – тока стекания.

Рабочее место диспетчера с экологической точки зрения не представляет опасности.

Элементы, входящие в состав схем, не опасны для здоровья людей и не являются загрязнителями окружающей среды. Составные части системного блока персонального компьютера могут быть источниками вибрации в случае их износа или поломки. Вибрация устраняется заменой неисправного элемента на новый элемент, уровень шума, создаваемый ими, не превышает допустимых норм. Мониторы являются источником электромагнитного излучения, но так как диспетчер находится на расстоянии от них, то вредного влияния на организм и на окружающую среду не оказывается.

В процессе работы образуются отходы, к которым относятся бумага, гибкие проводники, электронные элементы модулей, лампы накаливания. Эти отходы утилизируются в контейнерах для мусора. За утилизацию твердых отходов предприятие производит отчисления.

## 7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайной ситуации

Российская система предупреждений и действий в ЧС призвана решать большой круг задач.

Центральная задача – проведение мероприятий:

- по предупреждению аварий, катастроф и стихийных бедствий;
- по обеспечению безаварийной работы;
- по максимальному снижению разрушений, людских и материальных потерь в случае возникновения непредвиденных аварийных обстоятельств;

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

- по повышению устойчивости.

Они охватывают инженерную, радиационную, химическую, медицинскую защиту.

При возникновении ЧС решается комплекс специальных задач по ликвидации последствий, важнейшим из которых является проведение спасательных и других неотложных работ, направленных на спасение жизни и сохранение здоровья людей, на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для нее опасных факторов. Мероприятия по подготовке и проведению спасательных и других неотложных работ в зоне ЧС тесно связаны с мероприятиями по обеспечению устойчивости работы объекта. Мероприятия по повышению устойчивости работы объектов будут экономически обоснованы, если они максимально увязаны с задачами, решаемыми в период безаварийной работы объекта, улучшения условий труда, совершенствования производственного процесса.

Основными мероприятиями по повышению устойчивости работы объектов являются:

- повышение прочности и устойчивости важнейших элементов объекта;
- повышение устойчивости материально-технического снабжения;
- повышение устойчивости управления объектом;
- разработка мероприятий по уменьшению вероятности возникновения вторичных факторов ЧС и ущерба от них.

Внедрение системы автоматизированного диспетчерского управления способствует выявлению аварийных режимов работы электрооборудования, на предприятии предупреждая аварии. При этом уменьшается как вероятность возникновения аварии, так и масштаб, ущерб аварии, если она произойдет.

Повышение устойчивости оборудования достигнуто не только путем усиления его наиболее слабых элементов, но и созданием запасов этих элементов, отдельных узлов и деталей, материалов и инструментов для ремонта и восстановления поврежденного оборудования.

К организационным мероприятиям, повышающим устойчивость управления, относится заблаговременная подготовка руководящих работников и ведущих специалистов к взаимозаменяемости.

Медицинское обеспечение заключается в обучение работников, практическому оказанию первой доврачебной помощи пострадавшему на работе, осуществляется по специальной программе.

В случае возникновения опасности оповещение производится при помощи внутрицехового радио и сирены.

Диспетчерская расположена на главном щите управления подстанцией ЗМЗ-4. Наиболее вероятными стихийными бедствиями, которые могут возникнуть в районе расположения подстанции, являются подтопление и выброс ядовитых веществ в атмосферу.

В районе расположения подстанции находятся несколько сталеплавильных цехов, которые в своем технологическом процессе используют ядовитые вещества, такие как бром, оксиды серы, аммиак и т.п. При возникновении аварийной

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50



ситуации на предприятии: разгерметизация емкости для хранения ядовитых веществ; нарушение технологического процесса; террористический акт и другие, появляется опасность выброса вредных веществ в атмосферу. Облако ядовитых веществ распространится по району подстанции за считанные минуты, в результате чего может произойти массовое отравление людей.

Противопожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий по предупреждению локализации и ликвидации пожаров, а также по обеспечению безопасной эвакуации людей и материальных ценностей в случае пожара.

Наиболее частыми причинами пожаров являются нарушения правил пожарной безопасности и технологических процессов, неправильная эксплуатация электро-сети и оборудования, грозовые разряды.

При борьбе с пожарами их ликвидация состоит из остановки огня, его локализации тушения и последующей охраны места возгорания.

Выбор средств и методов тушения пожаров зависит от стадии пожара и горючих веществ.

Спасение людей — главная задача спасательных работ при пожарах. Из зон возможного распространения пожара эвакуируются люди и материальные ценности. В первую очередь разыскивают людей, оказавшихся в горящих районах зданиях и сооружениях. Розыск людей осуществляют в целях безопасности парами: один спасатель разыскивает, а второй страхует его с помощью веревки, находясь в более безопасном месте. В условиях сильного задымления спасательные работы проводят с использованием СИЗОД.

Безопасность человека находящегося на диспетчерском пульте гарантируется тем, что при выходе из строя элемента, повлекшего за собой ненормальную работу, срабатывает система защиты по току, приводящая к отключению питания оборудования. Также предусмотрено ручное отключение оборудования (при выходе из строя электроники).

При обслуживании диспетчерского пульта, в случае возникновения первых признаков аварийной ситуации (появление дыма, запаха и др.) следует отключить устройство от питания сети и далее действовать так, как предписывают правила гражданской обороны в данной ситуации. Если вблизи находятся дети или люди, не способные самостоятельно передвигаться, следует организовать их эвакуацию в безопасное место.

Вывод по разделу семь:

В данном разделе разработаны рекомендации по организации рабочего места оператора автоматизированной системы, выполнен расчет искусственного освещения, который показывает, что необходимо установить 12 светильников, выбраны нормативные значения эргономических параметров рабочего места, рассчитано освещение помещения. Рабочее место оператора не представляет экологической опасности. Элементы автоматизированной системы не представляют опасности для здоровья людей и не являются загрязнителями

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

окружающей среды.

Также разработаны рекомендации по экологической безопасности и по обеспечению безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе представлена модернизация БКНС ООО «РН - Пурнефтегаз».

В данной работе было произведено сравнение отечественных и зарубежных датчиков давления. Системы автоматизации БКНС, диспетчерского контроля и управления были спроектированы на базе полевых устройств фирмы Kobold, Wika, Сапфир, промышленных контроллеров Mitsubishi Electric<sup>3</sup> и программного SCADAпакета Trace Mode 6.09Ю, ABS-DRIVE-S06/200.

Выбранная SCADA-система не ограничивает выбор аппаратуры нижнего уровня, т. к. предоставляет большой набор драйверов или серверов ввода/вывода. Это позволяет подключить к ней внешние, независимо работающие компоненты, в том числе разработанные отдельно программные и аппаратные модули сторонних производителей.

В разделе безопасность жизнедеятельности данной выпускной работы был произведен анализ опасных и вредных производственных факторов, разработаны рекомендации по охране труда, экологической и противопожарной безопасности на Барсуковском месторождении ООО «РН - Пурнефтегаз».

Таким образом, применение вышеперечисленных устройств модернизации системы управления БКНС позволит: непрерывно регулировать частоту вращения двух электродвигателей для поддержания контролируемого параметра (производительности и давления), позволяя отказаться от использования штуцеров и другой регулирующей аппаратуры, что значительно упрощает управляемую механическую (технологическую) схему и повышает ее надежность; повысить КПД электроприводов насосов.

Использование частотно-регулируемого электропривода обеспечивает повышению эффективности энергопотребления технологической системы поддержания пластового давления и работоспособности БКНС, что благоприятно сказывается на ресурсе оборудования, который повышается на 15%, а также сокращение расходов на потребление электроэнергии на 20 %.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А.; под ред. А.С. Клюева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 2000. – 464 с.
2. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. – 247 с.
3. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 2005.– 44с.
4. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». – 197 с.
5. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 2013. – 376 с.
6. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. – К.: Вишашк. Головное изд-во, 2006. – 311с.
- 4 ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 5 ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
- 6 СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 7 СП 52.13330.2011. Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
- 8 СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
- 9 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
- 10 Белов С.В., А.В. Ильницкая. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов, 1999. – 354 с.
- 11 ГОСТ 12.1.038-82. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
- 12 СП 6.13130.2009 – «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности».
- 13 ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

					13.03.02.2021.355.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54