

## Содержание

<b>Введение.....</b>	<b>.....</b>
<b>1.Исходные данные для проектирования автоматизации.....</b>	<b>.....</b>
1.1.Производственно-хозяйственная характеристика объекта автоматизации.....	.....
1.2.Обоснование выбора объекта автоматизации.....	.....
1.3.Технологическая характеристика объекта автоматизации.....	.....
1.4. Техническая характеристика объекта автоматизации.....	.....
1.5.Цель и задачи курсового проекта.....	.....
<b>2.Разработка систем автоматизации и технологического процесса на объекте.....</b>	<b>.....</b>
2.1. Описание автоматического технологического процесса и технологического оборудования.....	.....
2.2.Описание объекта автоматизации.....	.....
2.3. Разработка функциональных схем.....	.....
2.4. Разработка принципиальных электрических схем.....	.....
2.5.Анализ принципиальной электрической схемы автоматизации	
2.6.Выбор пускозащитной аппаратуры.....	.....
2.7.Выбор и расчет технических средств автоматизации.....	.....
2.8.Выбор и проектирование щитов и пультов управления .....	.....
<b>3.Определение основных показателей надежности автоматических систем .....</b>	<b>.....</b>
<b>4.Мероприятия по охране труда и ТБ на автоматизируемом объекте.....</b>	<b>.....</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>.....</b>
<b>Литература.....</b>	<b>.....</b>
<b>Приложение.....</b>	<b>.....</b>

## **Введение.**

Одной из ведущих отраслей народного хозяйства является сельское хозяйство. Более того, около сорока процентов населения проживает в сельской местности. Поэтому вопрос о благоустройстве таких поселков, а также развитие их производства, занимает очень важное место в жизни людей.

Бесперебойное обеспечение качественной водой людей, животных и технологических процессов – необходимое условие развития сельского хозяйства.

Работа над выполнением данных задач ведется значительным темпами. Основной из этих задач является организация водоснабжения. Это связано с тем, что в сельском хозяйстве вода используется не только в качестве питья и для выполнения бытовых нужд, здесь еще играет роль и другой фактор. Воду здесь используют для полива растений и культур, для приготовления подкормок, а также для пропашных культур, на животноводческих фермах, на предприятиях, занимающихся обработкой сельскохозяйственных культур. В данном курсовом проекте разберем процесс автоматизации башенной насосной установки с поочередным включением двух агрегатов.

# **1. Исходные данные для проектирования автоматизации.**

## **1.1. Производственно-хозяйственная характеристика объекта автоматизации.**

Объект данного курсового проекта расположен в хозяйстве ООО «ЦЧ АПК филиал Калачеевский», которое расположено по адресу Воронежская область, Калачеевский район, поселок Колос, который находится в 30 километрах от районного центра, города Калача.

Калачеевский район расположен на юго-востоке Воронежской области и по своей площади (2132 кв.км) является одним из наиболее крупных. Район граничит с Волгоградской и Ростовской областями.

Транспортно-географическое положение района нельзя назвать выгодным. Районный центр является тупиковой станцией железнодорожной ветки Таловая-Калач, соединяющей район с соседними районными и областными центрами. От города Калача на север, юг и запад в радиальном направлении расходятся автодороги муниципального значения, соединяющие его с Воробьевкой, Петропавловкой и Павловском (автомагистраль Москва-Воронеж-Ростов-Новороссийск).

Район расположен на Калачской возвышенности. Максимальная высота водоразделов в пределах района составляет 222 м над уровнем моря. Среднее относительное превышение водоразделов над днищами долин составляет 50-80 м, что свидетельствует о глубоком эрозионном расчленении. Густота овражно-балочной сети составляет 1.2 м на один кв.км.

По территории района протекает река Толучеевка с притоками (река Подгорная и река Манина). Район имеет среднеобластной агроклиматический потенциал, для которого характерна продолжительность периодов со средней суточной температурой воздуха выше  $+5^{\circ}\text{C}$  - 189-196 дней, сумма температур воздуха за период с температурой выше  $+10^{\circ}\text{C}$  равна 2600-2800 $^{\circ}\text{C}$ , сумма осадков за этот период - 230-270 мм, продолжительность безморозного периода - 227-233 дня. Среднее значение абсолютных максимумов температуры достигает  $+36^{\circ}$  и минимумов  $-30^{\circ}\text{C}$ . По гололедной нагрузке местность относится к 3 району, толщина гололеда до 15мм, при этом наибольшая глубина промерзания грунта 140 см, средняя 95см. Выпадение осадков неравномерно по времени года, в основном в осенне-весенний период, число грозных часов в году составляет 60-65.

На местности преобладают юго-западные ветры – весной и осенью и суховей восточных направлений – летом, скорость ветров с периодичностью в 10-15 лет может достигать при порывах до 29-30 м/с, поэтому район относится к 3 по ветровой нагрузке 50-55 Н/м<sup>2</sup>.

## **1.2. Обоснование выбора объекта автоматизации.**

Автоматизация насосных установок позволяет повышать надежность и бесперебойность водоснабжения, уменьшать затраты труда и эксплуатационные расходы, размеры регулирующих резервуаров.

Насосные станции (НС) представляют собой сложный электрогидравлический технический комплекс сооружений и оборудования, в котором осуществляется преобразование электрической энергии в механическую энергию потока жидкости и управление этим процессом преобразования. Основным назначением НС является обеспечение.

Насосные станции находят широкое применение в промышленности и жилищно- коммунальном хозяйстве. Они характеризуются большим разнообразием функций, схем соединения насосов при совместной работе, регулируемых параметров, категории надежности и другими показателями.

Основным энергетическим элементом НС является насосная установка, содержащая один или несколько насосов, всасывающую и нагнетательную систему трубопроводов, запорную арматуру, электропривод, а также датчики технологических параметров установки.

## **1.3 Технологическая характеристика объекта автоматизации.**

Башенная система водоснабжения обычно работает по следующей схеме: водоисточник — насосный агрегат — напорный агрегат — напорный трубопровод — водонапорная башня — водопроводная сеть — потребители воды.

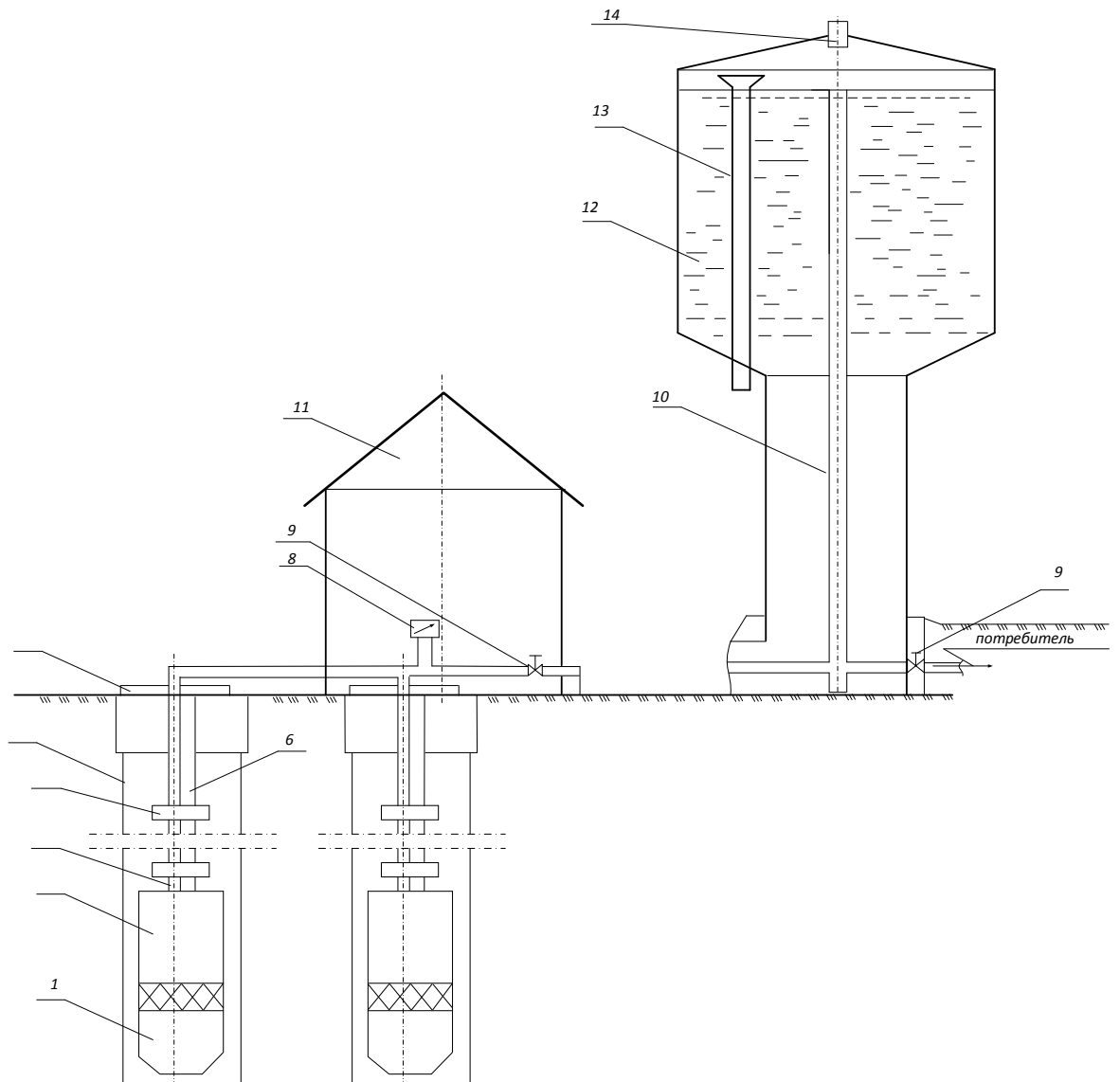
При включении насоса вода поступает одновременно к потребителям и в напорный бак башни. Количество поступающей в бак воды равно разности между подачей насоса и расходом потребителей.

Когда вода в баке достигает верхнего уровня система управления отключает насос и водоснабжение потребителей обеспечивается водой, запасенной в баке.

Когда вода в баке достигает нижнего уровня система управления вновь включает насос в работу.

Далее цикл повторяется.

Рисунок № 1. Технологическая схема башенной насосной установки с поочередным включением двух агрегатов.



1. Электродвигатель.
2. Насос.
3. Водоподъемная труба.
4. Хомут.
5. Скважина.
6. Электрический кабель.
7. Плита.
8. Электроконтактный манометр.
9. Задвижка.
10. Трубопровод.
11. Помещение.
12. Бак.
13. Водосливная труба.
14. Клапан.

## 14.1. Техническая характеристика объекта автоматизации.

Объектом данного курсового проекта является башенная насосная установка с поочередным включением двух агрегатов.

Установка состоит из трех основных частей: насосной станции, водонапорной башни и водопроводной сети.

Наличие водонапорной башни в установке позволяет иметь требуемый напор и необходимый запас воды.

Водопроводная сеть предназначена для транспортирования и распределения воды потребителям, обеспечивая надежность, бесперебойную работу и эксплуатацию собственной сети и других сооружений.

Насосная установка представляет собой конструкцию, состоящую из погружного двигателя и непосредственно центробежного насоса. Валы данных устройств соединены между собой с помощью жесткой муфты. Особенность конструкции заключается в том, что насос находится над двигателем. Между ними образуется пространство, которое называется всасывающей камерой. Она оснащена специальной предохранительной сеткой.

Особенность конструкции заключается в том, что насос находится над двигателем. Между ними образуется пространство, которое называется всасывающей камерой. Она оснащена специальной предохранительной сеткой.

Двигатель ПЭДВ-2-140 с погружным насосом ЗЭЦВ6-6,3-60, со следующими техническими характеристиками:  $P_{\text{ном.дв.}} = 5,5 \text{ кВт}$ ;  $\text{КПД} = 87,5\%$ ;  $\cos\varphi = 0,91$ ;  $K_t = 7,5$ .

Насос ЭЦВ расшифровывается как: Электрический Центробежный Водоподъемный.

Среди основных преимуществ данного устройства следует отметить:

- Высокий коэффициент полезного действия;
- Высокая экономичность;
- Отличные технические показатели.

Насосы ЭЦВ могут использоваться в системах городского, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, а также для орошения и понижения уровня грунтовых вод. Работают в продолжительном режиме от сети переменного тока.

Рабочие органы насоса изготовлены из износостойких и коррозионностойких материалов. Конструкция электродвигателя предусматривает восприятие осевых усилий, возникающих при работе насоса.

Рабочие колеса имеют уплотнения торцевого типа, которые одновременно исполняют роль подпятника и воспринимают осевые усилия.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.5. Цель и задачи курсового проектирования.

Целью курсового проектирования является закрепление и систематизация теоретических знаний, полученных во время учебного процесса.

Умение самостоятельно решать задачи автоматизации технических процессов на производстве, умение творчески и логически мыслить, использовать новейшие достижения мировой науки и практики, применять полученные знания в конкретных условиях.

Задачей курсового проекта является показание знаний по освоению методов расчета пускозащитной аппаратуры и технических средств автоматики, умение и навыки составления функциональных, структурных и принципиальных схем автоматизации, выполнять их подробный анализ, а также определять основные показатели надежности систем автоматики.

Кроме этого важной задачей является умение работы с технической и справочной литературой.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **2.Разработка систем автоматизации технологических процессов на объекте.**

### **2.1. Описание автоматизируемого технологического процесса.**

При включении автоматического выключателя QF подается напряжение на электрическую схему управления.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2.2 Разработка функциональных схем автоматизации.

Схема является основным конструкторским документом, на котором в виде условных обозначений показаны элементы и устройства электрических установок.

Схема поясняет принцип действия и взаимодействия различных отдельных элементов и устройств или в целом автоматических устройств.

В практике наиболее часто встречаются функциональные, структурные, принципиальные схемы, схемы соединений и подключений.

Функциональные схемы отображают взаимодействие устройств, блоков, узлов и элементов автоматики в процессе их работы.

Графически отдельные устройства автоматики изображают в виде прямоугольников, а соответствующие между ними связи – линиями со стрелкой.

Направление стрелки показывает направление прохождения сигнала.

Внутреннее содержание каждого блока (прямоугольника) не конкретизируется, а его функциональное значение – зашифровывают буквенным, цифровым или буквенно-цифровым кодом.

Каждый зашифрованный элемент обязательно должен зашифровываться на свободном поле чертежа, желательно рядом со схемой, допускается функциональное назначение блока записывать прямоугольник в виде пояснительного текста, если позволяет место.

Функциональная схема показывает отдельные процессы, которые происходят в отдельных цепях устройства.

Функциональные схемы используют при изучении общего принципа действия этого устройства.

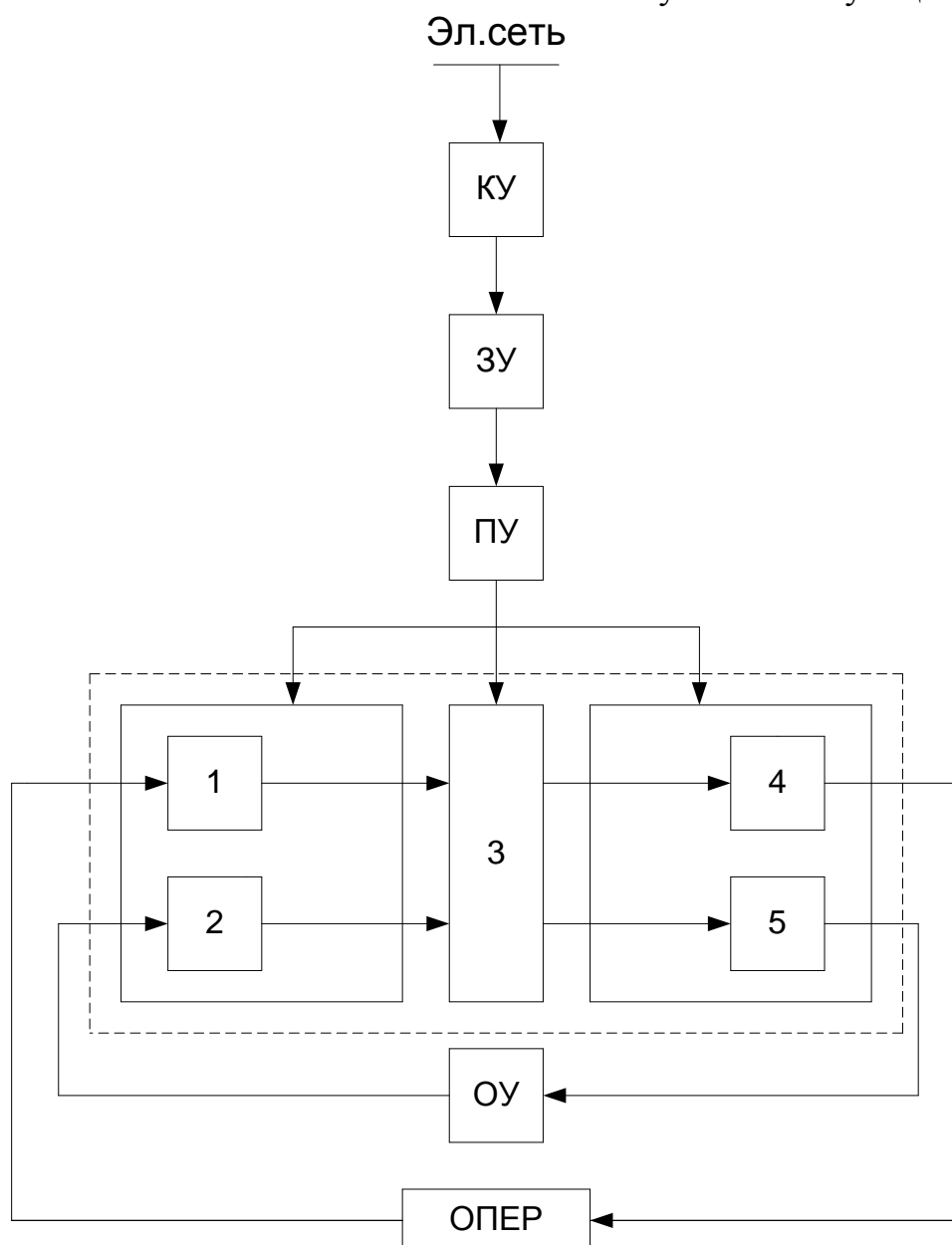
Известно, что процессы получения, преобразования, передачи и потребления электроэнергии происходят в электрических цепях установок и электрических установках.

Функциональная схема является начальной схемой разработки любой электрической установки или устройства.

Пользуясь рекомендованной обобщенной функциональной схемой и используя типовую схему установки, разработаем конкретную схему БНУ с поочередным включением двух агрегатов:

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Рисунок №2. Функциональная схема.



**КУ** – коммутационное устройство. В качестве КУ принимаем в силовой цепи автоматический выключатель .

**ЗУ** – защитное устройство. В качестве ЗУ в силовой цепи принимаем тепловые реле, встроенные в магнитные пускатели для защиты от токов перегрузки, для защиты силовой цепи от токов короткого замыкания применяем электромагнитные расцепители, встроенные в автоматический выключатель. Цепи управления, контроля и сигнализации защитим плавким предохранителем.

**ПУ** – преобразовательное устройство. В качестве ПУ принимаем два выпрямительных диодных моста и балластные резисторы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ

Лист

7

1. - Командные органы. В качестве командных органов выступают: автоматический выключатель.
2. – Измерительные органы (датчики). В качестве измерительных органов в данной схеме принимаем датчики «сухого хода» и электроконтактный манометр.
3. – Управляющая часть. В управляющей части задействованы: электроконтактный манометр, промежуточные реле и магнитный пускатель.
4. – Устройство сигнализации. Для оповещения о ходе технологического процесса в данной схеме применяем световую сигнализацию.
5. – Исполнительный орган. В данной схеме управления исполнительным органом служит магнитный пускатель.

**ОУ** – объект управления. Объектами управления у нас являются два погружных электродвигателя, с центробежными насосами.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

## 2.4. Разработка принципиальной электрической схемы автоматизации.

Принципиальная электрическая схема (ПРЭС) иллюстрирует порядок электрических соединений отдельных элементов между собой. На них изображают все элементы и связи между ними, которые показывает входные и выходные цепи.

Кроме этого на ПРЭС показывают все электрические элементы и устройства необходимые для осуществления контроля электрических процессов.

Схемы выполняют для изделий и устройств находящихся в отключенном положении.

Электрические элементы на схеме изображаются графическими обозначениями, согласно действующего ГОСТа.

Для удобства чтения схема должна быть логически последовательно и читаться слева на право, сверху вниз.

На стадии монтажа ПРЭС является основным руководящим техническим документом.

В ПРЭС различают силовые цепи (цепи главного тока) и вспомогательные цепи (цепи управления, контроля, сигнализации).

ПРЭС выполняют двумя способами:

- 1.Разнесенным способом.
- 2.Совмещенным способом.

При разнесенном способе условные графические обозначения частей одного и того же аппарата располагают при различных удаленных местах схемы.

При этом схему располагают так чтобы все цепи выглядели наиболее просто и наглядно, и чтобы, как можно меньше линий на схеме изгибалось и пересекалось.

Принадлежность различных частей к одному и тому же аппарату устанавливают по одинаковым буквенным обозначениям.

В данной схеме катушка магнитного пускателя обозначается – КМ, катушка КМ, главные контакты КМ.1 и вспомогательные контакты КМ.2 и КМ.3.

Таким образом разнесенные схемы предназначены для работы устройства, его эксплуатации, отыскания и ремонта неисправности.

Совмещенные схемы изображают устройство так, как они выглядят на самом деле, то есть все элементы принадлежащие устройству находятся при нем.

По совмещенным схемам осуществляют монтаж пультов, панелей и шкафов управления.

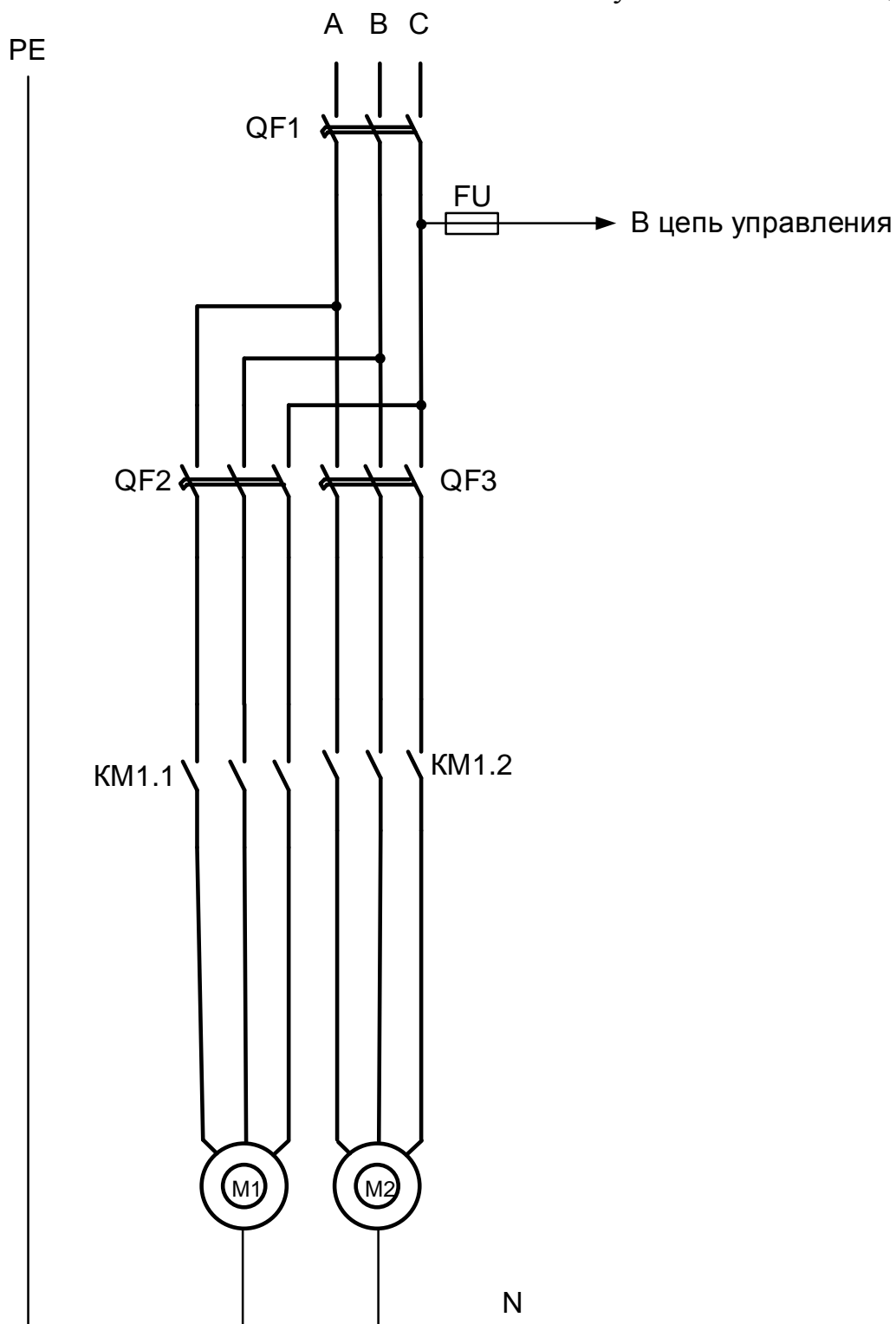
ПРЭС разрабатывают на основании ранее разработанных функциональных схем.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Используя ранее разработанную функциональную схему, разрабатываем принципиальную электрическую схему, согласно следующей структуры:

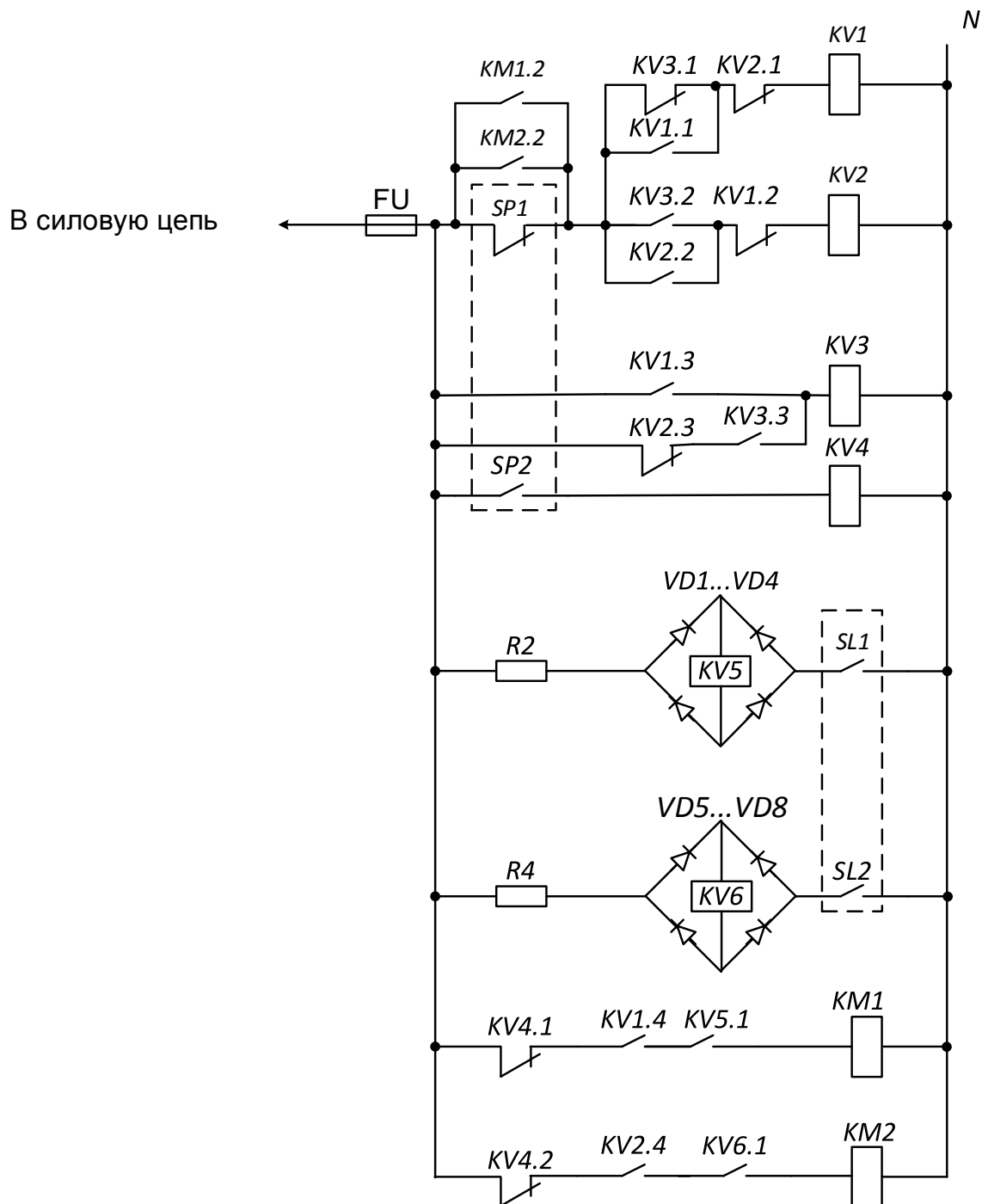
1. Учитывая разработанную функциональную схему, разрабатываем силовую часть принципиальной электрической схемы:

Рисунок №3. Силовая цепь.



2. Согласно той же разработанной функциональной схемы, опираясь на её элементы, разработаем цепь управления и подключение её к электрической сети.

Рисунок №4. Цепь управления.



Структурное построение схемы управления:

Через плавкий предохранитель FU подключаем размыкающий контакт SP1 электроконтактного манометра, который соответствует нижнему уровню воды в напорном баке, параллельно этому контакту подключаем замыкающие контакты KM1.2 и KM2.2, далее подключаем параллельно два контакта KV3.1 и KV1.1, последовательно им подсоединяем контакт KV2.1, к которому подключаем один из выводов катушки промежуточного реле KV1, другой вывод катушки подсоединяем к нулевому проводнику.

Так же последовательно контакту SP1 подключаем два параллельных контакта KV3.2 и KV2.2 и контакт KV1.2, к которому подсоединяем вывод катушки KV2, к другому выводу катушки подключаем нулевой провод.

Далее через плавкий предохранитель FU подключаем контакт KV1.3, параллельно ему соединяем два последовательных контакта размыкающий KV2.3 и замыкающий KV3.3, после них включаем катушку реле KV3.

Замыкающий контакт SP2 включаем в цепь предохранителя, другой вывод контакта подключаем реле KV4, второй вывод реле соединяем с нулевым проводником.

Промежуточное реле KV5 включаем в одно из плеч диодного моста VD1...VD4.

Один из выводов диодного моста VD1...VD4 через балластный резистор R2 соединяем с цепью плавкого предохранителя, другой вывод через датчик «сухого хода» SL1 соединяем с нулем.

Промежуточное реле KV6 включаем в одно из плеч диодного моста VD5...VD8.

Одно из плеч диодного моста через балластный резистор R4 включаем в цепь предохранителя, другое плечо через контакт датчика «сухого хода» SL2 соединяем с нулевым проводником.

Далее через плавкий предохранитель подключаем контакт KV4.1, последовательно ему контакт KV1.4 и контакт KV5.1, последовательно им включаем катушку магнитного пускателя KM1, другой вывод катушки соединяем с нулем.

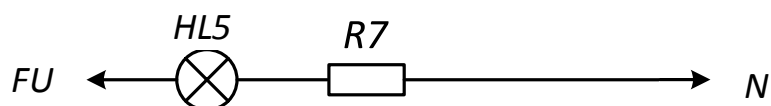
Через цепь плавкого предохранителя подсоединяем контакт KV4.2, последовательно ему контакт KV2.4 и контакт KV6.1 далее подключаем катушку магнитного пускателя, второй вывод которой соединяем с нулевым проводником.

Разрабатываем цепи контроля и сигнализации и подключаем их к элементам цепи управления.

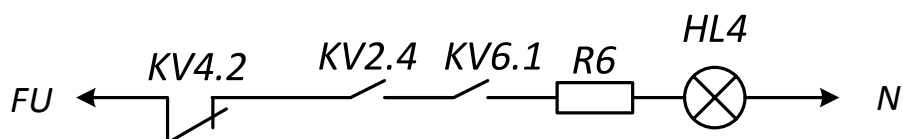
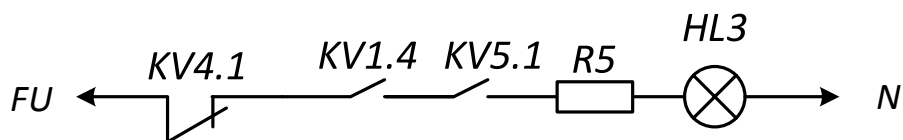
Для оповещения обслуживающего персонала о подаче питания на схему управления принимаем предупредительную световую сигнализацию с балластным резистором.

Один вывод присоединяем к цепи управления, а второй вывод соединяем с нулевым проводом.

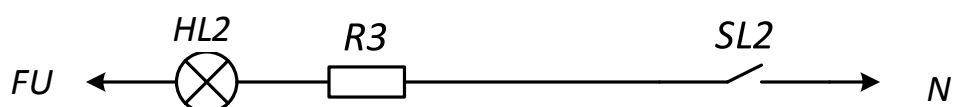
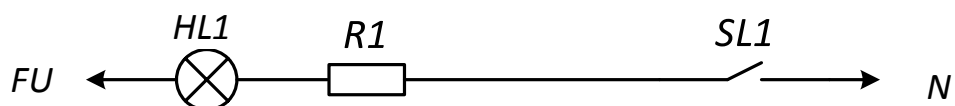
					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Для оповещения персонала о нормальной работе погружного насоса применяем информационные сигнальные лампы, которые включаем параллельно катушкам магнитных пускателей:



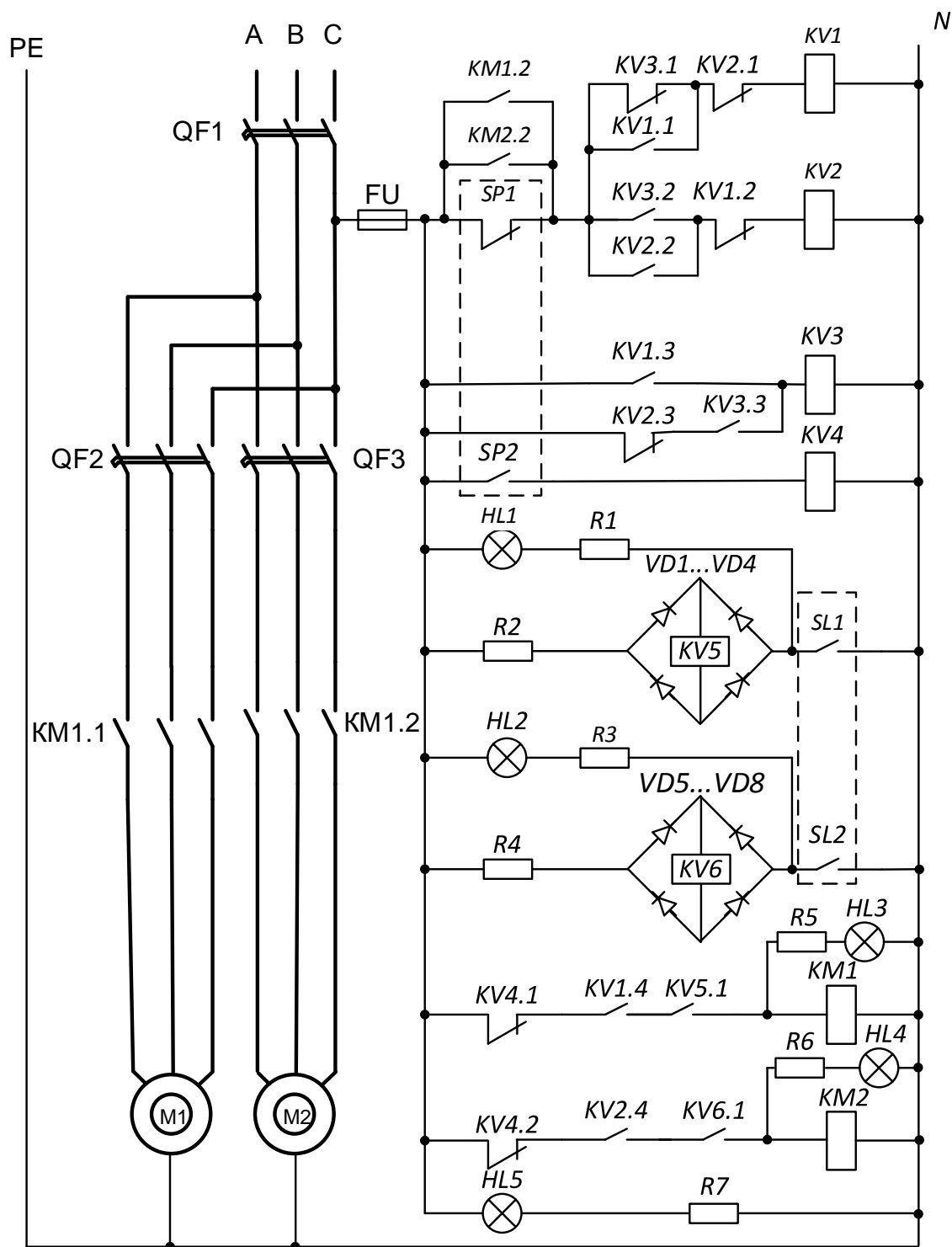
Для предупреждения об отсутствии воды в скважинах применяем аварийную световую сигнализацию, которую подключаем параллельно диодным мостам:



Изображаем разрабатываемую ПРЭС управления БНУ с поочередным включением двух агрегатов в полном объеме.



Рисунок №5 ПРЭС управления БНУ, с поочередным включением двух агрегатов в полном объеме.



## 2.4 Анализ принципиальных электрических схем.

Анализ проверки ПРЭС проводят в целях проверки соответствия разрабатываемых схем установленным технологическим и электротехническим требованиям.

В процессе анализа проверяем обеспечивает ли схема нормальную работу оборудования в рабочем режиме и обеспечивает ли ей четкую защиту при аварийных режимах.

Проверяем и устанавливаем на сколько схема надежна, проста и экономична, удобна в эксплуатации и оформлена ли согласно требованиям ЕСКД.

Ответить на вопрос обеспечивает ли схема нормальную работу оборудования в рабочем режиме можно только рассмотрев работу схемы во времени.

Дело в том, что на ПРЭС положение всех аппаратов и их контактов зафиксировано в отключенном состоянии.

В то время, как в процессе работы одни аппараты включаются другие переключаются или отключаются.

Поэтому надо проанализировать действие схемы во времени.

В простейшем случае поступают так, устанавливается, что к схеме подведено нужное напряжение, что все коммутирующие аппараты включены, а затем мысленно воздействуя на командный элемент (кнопки управления, выключатели, фазные датчики, тумблеры и т.д.) и прослеживают визуально, какие изменения происходят в схеме, какова последовательность включения аппаратов, переключения и отключения их.

Маркировка цепей.

ПРЭС – это документ на основе которого выполняют общие виды и схемы соединений щитов и пультов, а так же соединения между собой и с исполнительными механизмами, поэтому участки цепей схемы маркируют.

Для маркировки применяют буквенно-цифровую и цифровую системы.

Участки цепей маркируют независимо от нумерации и условных обозначений, зажимов приборов и аппаратов, к которым подводят концы маркирующего проводника.

Участки цепей, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле электрических машин. Трансформаторов, резисторами, конденсаторами и т.п. считаются разными участками и имеют различную маркировку.

Участки цепи сходящихся в одном узле ПРЭС, а так же проходящие через разъемные проходящие соединения, маркируют одинаково.

Существует следующий порядок маркировки отдельных цепей в зависимости рода тока.

Нечетными цифрами маркируют участки цепей положительной полярности тока, а четными отрицательную полярность.

При переменном токе применяют порядковую буквенно-цифровую и

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

цифровую маркировки.

При этом силовые цепи маркируют буквами обозначающими фазы и последовательными цифрами.

А маркировка цепей управления контроля и сигнализации выполняется последовательными цифрами.

Маркировка цепей на ПРЭС при горизонтальном расположении цепей проставляется над участком проводника , а при вертикальном слева от участка проводника.

На основании выше изложенного выполним маркировку цепей для ПРЭС управления БНУ с поочередным включением двух агрегатов.

Рисунок №6. Маркировка цепей для ПРЭС управления БНУ с поочередным включением двух агрегатов.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



другие – переключаются или отключаются. Проследить за всем этим визуально бывает достаточно сложно и в этом случае быстро изучить динамику работы схемы помогают, так называемые, диаграммы взаимодействия и включения элементов схемы во времени.

Для построения диаграммы взаимодействия на чертеже проводят горизонтальные параллельные линии, число которых равно числу аппаратов и элементов автоматики в схеме. Вдоль этих линий, то есть по оси абсцисс отсчитывается время. Масштаб времени для всех элементов и аппаратов одинаковый. Включение аппаратов и элементов автоматики откладывают по оси ординат в виде прямоугольников или равнобоких трапеций на соответствующей линии. При этом каждую линию маркируют соответственно маркировки аппаратов на ПрЭС.

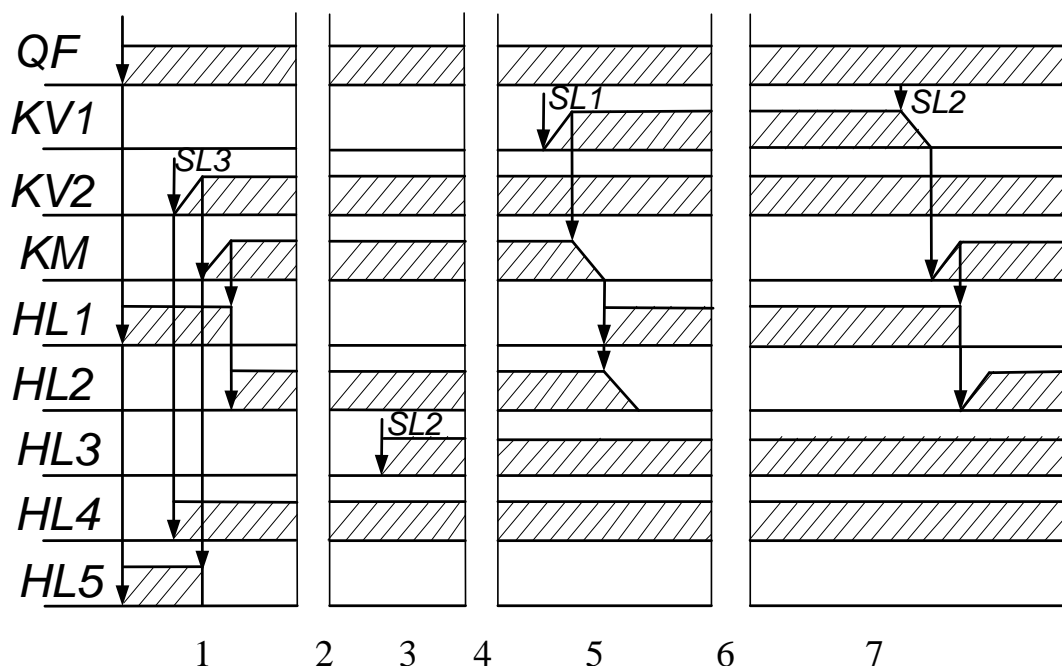
Работу однопозиционных аппаратов или элементов, а так же работу управляемых объектов (электродвигателей, осветительные сигнальные лампы, нагревательные элементы и так далее) изображают условно прямоугольниками, работу реле, магнитных пускателей, контакторов и других электромагнитных аппаратов обладающих индуктивностью изображают в виде трапеции. Высота всех трапеций и прямоугольников принимается одинаковой, а расстояние между трапециями и прямоугольниками определяются значениями уставок реле времени, временем включения, переключение и отключение аппаратов выбранном масштабе, воздействие командных органов на элементы и аппараты. А так же одного аппарата на другой обозначается стрелкой, причём включение аппарата показывают доводя стрелку до основания прямоугольника или трапеции. Причём стрелку можно проводить к линии основания как с верху так и снизу.

Отключение аппаратов так же показывают стрелкой, но в этом случае стрелка доводится до линии отчерчивающей контур прямоугольника или трапеции и в этом случае стрелка может подходить как с верху так и снизу.

Включение аппаратов при помощи кнопок, тумблеров и всевозможных датчиков показывают отдельной стрелкой с указанными рядом со стрелкой данного элемента.

Используя методические указания для построения временной диаграммы и, внимательно изучив, примеры построения диаграмм, построим диаграмму взаимодействия и включения элементов схемы для БНУ с поочередным включением двух насосных агрегатов:

Рисунок №7. Временная диаграмма взаимодействия элементов схемы.



- 1 – Включение насоса.
- 2 – Набор воды.
- 3 – Вода дошла до В.У.
- 4 – Вода дошла до Н.У.
- 5 – Отключение насоса.
- 6 – Разбор воды.
- 7 – Повторное включение насоса.

Краткое описание работы схемы.

Вкл. установку, вкл. QF , вкл. HL1,HL5. ДЦХ SL3 вкл. KV2 и HL4, вкл. KM и откл. HL5, откл HL1 и вкл. HL2. Происходит набор воды в бак. Вода доходит до н.у. SL2 вкл. HL3. Вода доходит до в.у. и происходит откл. установки. SL1 вкл. KV1, откл. KM, вкл. HL1 и откл. HL2. Происходит разбор воды. SL2 откл. KV1, вкл. KM, откл. HL1 и вкл. HL2. Происходит повторный набор воды.

## 2.5 Выбор и расчет пускозащитной аппаратуры.

В настоящее время сельскохозяйственные установки поставляются комплектно с аппаратами управления и защиты, эти аппараты служат для ручного и автоматического включения и отключения электрических цепей, а так же для автоматической защиты их при различных аварийных режимах.

По назначению электроаппараты подразделяются на коммутационные, защитные и аппараты управления коммутационные обеспечивают включение и отключение электрических цепей. Защитный аппараты предохраняют электрические цепи от токов короткого замыкания и токов перегрузки. Аппараты управления контролируют и регулируют, а так же стабилизируют заданные параметры электрической цепи. В пределах каждой из этих групп

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

аппараты различают по напряжению, роду тока (постоянный, переменный), по способу защиты от окружающей среды, по принципу действия (электромагнитные, индукционные, тепловые, магнитно-электрические) и ряду других факторов, таких как: быстродействие, способ гашения дуги.

По способу воздействия на электрическую цепь аппараты бывают контактные и бесконтактные. Контактные аппараты воздействуют на электрическую цепь при помощи контактов, замыкая их или размыкая. Бесконтактные аппараты воздействуют на электрическую цепь путём резкого изменения своей проводимости. Кроме этого аппаратуру различают по климатическому исполнению и степени защиты.

Аппаратуру изготавливают в пяти климатических исполнениях, что кодируется буквами: У; УХЛ; Т; М; ОМ.

Аппаратура так же имеет пять категорий размещения для обозначения степени защиты электротехнических изделий оболочками применяют код, который состоит из двух букв IP и двух цифр стоящими после этих букв. Например IP.00 – степень защиты отсутствует. Первая цифра от нуля до шести обозначает степень защиты аппаратов от попадания внутрь оболочки посторонних твёрдых тел, а так же от соприкосновения с токоведущими частями. Вторая цифра от нуля до восьми означает степень защиты аппарата от проникновения влаги.

В настоящее время действует руководящий технический материал (методика выбора пуска регулирующей и защитной аппаратуры электроприводов с/х машин).

Согласно этого документа, для защиты потребителей напряжением до 1000 вольт можно применять плавкие предохранители, автоматические выключатели, тепловые реле, универсальные встроенные температурные устройства, фазочувствительные устройства защиты и другие аппараты защиты. В процессе эксплуатации электроустановок возникает необходимость замены вышедших из строя аппаратов. При этом возникает вопрос о выборе соответствующего параметра.

Методические указания к пуска защитной аппаратуре:

Выбор плавких вставок предохранителей.

Основные технические данные предохранителей – это номинальное напряжение и ток предохранителя, а так же номинальный ток, плавкой вставки. Номинальное напряжение и ток предохранителя, как правило должны быть больше или равны напряжению и тока электрической сети, в которую предохранитель включен. Напряжение сети обычно известно, значение тока необходимо посчитать, этот ток называют расчетным или номинальным для данного потребителя. По номинальному току выбирают плавкую вставку предохранителя. Значение тока зависит от характера нагрузки электрической сети. При выборе плавких вставок для защиты ответвлений к отдельным потребителям, пользуются следующими соотношениями:

1. Для защиты ответвлений к которым присоединены маломощные лампы

накаливания (до 300 Вт). Электробытовые приборы и электрические установки. При выборе плавкой вставки должно выполняться следующее условие:

$$I_B \geq I_{\text{ном}}$$

Где,  $I_B$  – ток плавкой вставки предохранителя;  $I_{\text{ном}}$  – ток номинальный потребителя.

2. Для однофазного ответвления номинальный ток:

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{U_{\phi}}$$

Где  $P_{\text{пот.}}$  – мощность потребителя;  $U_{\phi}$  – фазное напряжение.

3. Для трехфазного ответвления, мощность потребителя номинальная

$$I_{\text{ном}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3}U_L}$$

Где,  $U_L$  – линейное напряжение.

4. Для защиты ответвлений, к которым присоединены мощные лампы накаливания мощностью свыше 300 Вт.

$$I_B \geq 1,1 * I_{\text{ном}}$$

5. Для защиты ответвлений, к которым присоединены светильники с люминесцентными лампами:

$$I_B \geq 1,25 * I_{\text{ном}}$$

6. Для однофазного ответвления:

$$I_B \geq \frac{P_{\text{ном}}}{U_{\phi} * \cos\varphi}$$

Где,  $\cos\varphi$  коэффициент мощности.

7. Для трехфазного ответвления:

$$I_B \geq \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3}U_L * \cos\varphi}$$

8. Для защиты ответвления к одиночному асинхронному короткозамкнутому двигателю, при режиме работы АСЗ:

$$I_B \geq 0,4I_{\text{кр}}$$

Где,  $I_{\text{кр}}$  – кратковременный ток перегрузки, который для одиночного двигателя принимается равным пусковому току двигателя:

$$I_{\text{кр}} = I_{\text{пуск.дв.}}$$

Выбор автоматических выключателей.

При выборе автоматических выключателей руководствуются следующими правилами:

1. Номинальный ток теплового или комбинированного расцепителя должен быть равен или быть несколько больше номинального тока потребителя:

$$I_{\text{ном.р.}} \geq I_{\text{ном.}}$$

Где,  $I_{\text{ном.р.}}$  – номинальный ток расцепителя;  $I_{\text{ном}}$  – номинальный ток



потребителя.

Если автомат встроен в шкаф управления, то следует учитывать изменившиеся условия охлаждения автомата вводят поправочный коэффициент равный 1,1.

2. Расчетный ток срабатывания электромагнитных расцепителей должен подчиняться следующей зависимости:

$$I_{\text{ср.р.}} \geq n \cdot I_{\text{кр}}$$

Где,  $I_{\text{ср.р.}}$  – ток срабатывания расцепителя;  $n$  – коэффициент, который учитывает неточность в определении кратковременного тока магистральной линии, а так же разброс характеристик автоматических выключателей. Для автоматов серии АП50, АЕ2000, ВА51 принимается  $n=1,25$ , для автоматов серии АЗ100  $n=1,5$ ;

$I_{\text{кр}}$  – кратковременный ток магистральной линии, рассчитывается он по следующей зависимости:

$$I_{\text{кр}} = \sum I'_{\text{пуск.дв.}} + \sum I'_{\text{ном.дв.}}$$

Где,  $\sum I_{\text{пуск.дв.}}$  – сумма пусковых токов, одновременно запускаемых двигателей, у которых она наибольшая;

$\sum I'_{\text{ном.дв.}}$  – сумма номинальных токов остальных двигателей, для одиночного двигателя

$$I_{\text{кр.}} = I_{\text{пуск.дв.}}$$

3. Расчетный ток срабатывания электромагнитного расцепителя не должен превышать его потолочного значения тока срабатывания:

$$I_{\text{ср.р.}} \leq I_{\text{ср.п.}}$$

Где,  $I_{\text{ср.р.}}$  – расчетный ток срабатывания;  $I_{\text{ср.п.}}$  – потолочное значение тока срабатывания.

Если данное условие не выполняется, то возможны ложные срабатывания автоматического выключателя, при включении потребителей с большими пусковыми токами.

Выбор автоматического выключателя.

Данная БНУ оборудована погружным насосом ЗЭЦВ6-6,3-60 с электродвигателем ПЭДВ-2-140, со следующими характеристиками:

$$P_{\text{ном.дв.}} = 5,5 \text{ кВт};$$

$$\text{КПД} = 87,5\%;$$

$$\cos \varphi = 0,91;$$

$$K_1 = 7,5.$$

Определяем номинальный ток потребителя:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{5,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,875 \cdot 0,91} = \frac{5500}{523,5} = 10,51 \text{ А}$$

так как автоматический выключатель встроен в шкаф управления, то учитывая изменившиеся условия охлаждения автомата, вводим поправочный коэффициент равный 1,1.

$$I_{\text{ном.р.}} \geq I'_{\text{ном.дв.}} = 1,1 \cdot 10,51 = 11,6 \text{ А}$$

По табл. 31 [1] предварительно выбираем автоматический выключатель трехполюсный с комбинированным расцепителем типа исполнения АЕ2036Р, у которого:

$$I_{\text{ном.р.}} = 16 \text{ А}$$

Как видим условие

$$I_{\text{ном.р.}} \geq I'_{\text{ном.дв.}} \text{ выполняется}$$

так как

$$16 \text{ А} > 11,6 \text{ А}$$

Для коррекции автоматического выключателя определяем кратность силы тока уставки:

$$K = \frac{I'_{\text{ном.дв.}}}{I_{\text{ном.р.}}} = \frac{11,6}{16} \dots\dots\dots$$

Устанавливаем рычажок корректора на деление и .....

Проверяем выбранный автоматический выключатель на возможность ложного срабатывания при пуске двигателя:

$$I_{\text{ср.}} \geq n \cdot I_{\text{пуск.дв.}} = 1,25 \cdot 78,8 \dots\dots\dots$$

Для автоматов серии АЕ2000 принимаем  $n = 1,25$ .

Рассчитываем пусковой ток двигателя:

$$I_{\text{пуск.дв.}} = K_i \cdot I_{\text{ном.дв.}} = 7,5 \cdot 10,5 = 78,8 \text{ А}$$

Таким образом

$$I_{\text{ср.р.}} = 12,5 \cdot 78,8 = 98,5 \text{ А}$$

Рассчитываем потолочное значение тока срабатывания:

$$I_{\text{ср.п.}} = 12 \cdot I_{\text{ном.р.}} = 12 \cdot 12,5 = 150 \text{ А}$$

Как видим условие

$$I_{\text{ср.р.}} \leq I_{\text{ср.п.}} \text{ выполняется, так как}$$

$$98,5 \text{ А} < 150 \text{ А}$$

Следовательно при включении двигателей ложных срабатываний автомата не будет. Таким образом окончательно выбираем автоматический выключатель серии АЕ2036Р, у которого  $U_{\text{в}} = 500 \text{ В}$ ;  $I_{\text{в}} = 25 \text{ А}$ ;  $I_{\text{ном.р.}} = 12,5 \text{ А}$ .

Выбор магистрального автоматического выключателя.

От главного распределительного щита питание подается на шкафы управления местные (ШУМ).

К каждому шкафу подсоединен электродвигатель, шкафов всего два.

Условия пуска двигателей лёгкие по АСЗ.

Данные электродвигателей:

М 1  $P_1 = 5,5 \text{ кВт}$ ;  $I_{\text{ном1}} = 11,5 \text{ А}$ ;  $K_{i1} = 7$ ;

М 2  $P_2 = 5,5 \text{ кВт}$ ;  $I_{\text{ном2}} = 11,5 \text{ А}$ ;  $K_{i2} = 7$ .

Для защиты магистральной линии выберем магистральный автоматический выключатель.

При выборе магистральных автоматов должно выполняться следующие отношение:

$$I_{\text{ном.р.}} \geq \sum I_{\text{ном.дв.}}$$

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяем суммарный номинальный ток двигателей:

$$\sum I_{\text{ном.дв.}} = I_{\text{ном.1}} + I_{\text{ном.2}} = 11,6 + 11,6 = 23,2 \text{ А.}$$

Предварительно выбираем трехполюсный автоматический выключатель с комбинированным расцепителем типа исполнения ВА5125, у которого  $I_{\text{ном.р.}} = 25 \text{ А.}$

Как видим условие

$$I_{\text{ном.р.}} \geq \sum I_{\text{ном.дв.}}$$

Выполняется, так как:

$$25 \text{ А.} > 23,2 \text{ А.};$$

Определяем кратность силы тока уставки:

$$K = \frac{\sum I_{\text{ном.дв.}}}{I_{\text{ном.р.}}} = \frac{23,2}{25} = 0,93$$

Устанавливаем рычажок регулятора-корректора на деление 0,93.

Проверяем выбранный автоматический выключатель на возможность ложного срабатывания при пуске двигателя:

$$I_{\text{ср.р.}} \geq n * I_{\text{кр.}}$$

Определяем кратковременный ток магистральной линии:

$$I_{\text{кр.}} = \sum I'_{\text{пуск.дв.}} + \sum I'_{\text{ном.дв.}}$$

Определяем пусковые токи электродвигателей:

$$I_{\text{пуск1}} = K_{i1} * I_{\text{ном1}} = 7,5 * 11,6 = 87 \text{ А}$$

Второй электродвигатель будет аналогичным первому.

Определяем суммарный номинальный ток двух электродвигателей:

$$\sum I'_{\text{ном.дв.}} = I_{\text{ном1}} + I_{\text{ном2}} = 11,6 + 11,6 = 23,2 \text{ А}$$

$$\text{Таким образом } I_{\text{кр.}} = 87 + 23,2 = 110,2 \text{ А.}$$

Определяем ток срабатывания электромагнитного расцепителя.

Для автоматов серии ВА  $n = 1,25$

$$I_{\text{ср.р.}} = 1,25 * 110,2 = 137,75 \text{ А}$$

Рассчитываем потолочное значение тока срабатывания электромагнитного расцепителя:

$$I_{\text{ср.к.}} = 14 * I_{\text{ном.р.}} = 14 * 25 = 350 \text{ А.}$$

Как видим условие:

$$I_{\text{ср.р.}} < I_{\text{ср.к.}}$$

Выполняется, так как:

$$110,2 \text{ А} < 350 \text{ А.};$$

Следовательно, при пуске двигателей ложных срабатываний автоматического выключателя не будет.

Таким образом окончательно принимаем автоматический выключатель ВА51Г25. У которого номинальное напряжение  $U_{\text{в}} = 660 \text{ В}$ ; номинальный ток выключателя  $I_{\text{в}} = 25 \text{ А}$ ; номинальный ток расцепителя  $I_{\text{ном.р.}} = 25 \text{ А}$ .

Выбор магнитных пускателей.

Магнитные пускатели выбирают по следующим правилам:

1. Сила номинального тока пускателя должна быть немного больше или равна номинальному току потребителя.

$$I_{\text{ном.п.}} > I_{\text{ном.}}$$

где,  $I_{\text{ном.п.}}$  – номинальный ток пускателя;  $I_{\text{ном.}}$  – номинальный ток

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

потребителя.

2. Напряжение втягивающей катушки выбранного магнитного пускателя должно быть равно напряжению сети, в которую включен магнитный пускатель.

$$U_k = U_c;$$

3. Выбранный магнитный пускатель должен обеспечивать нормальные условия коммутации. При работе электродвигателя в режиме АСЗ (лёгкий режим работы) должно выполняться условие:

$$I_{\text{ном.п.}} \geq \frac{I_{\text{пуск.дв.}}}{6}$$

4. Исполнение, степень защиты и категория размещения выбранного пускателя должны соответствовать условиям окружающей среды.

5. Схема соединения магнитных пускателей должна соответствовать требованиям схемы управления электродвигателями.

Учитывая данные методические указания и используя предыдущие расчеты, выберем магнитный пускатель для дистанционного пуска погружного электродвигателя ПЭДВ-2-140, у которого  $P_{\text{ном.дв.}} = 5,5$  кВт;  $I_{\text{ном.дв.}} = 10,51$  А;  $K_{11} = 7,5$ ;

По таблице №29 [1] предварительно выбираем магнитный пускатель серии ПМЛ второй величины, у которого  $I_{\text{ном.п.}} = 25$  А.

Как видим условие:

$$I_{\text{ном.п.}} > I_{\text{ном.}}$$

выполняется, так как:

$$25 \text{ А} > 10,51 \text{ А.}$$

Напряжение втягивающей катушки выбранного магнитного пускателя, согласно принципиальной схемы принимаем  $U_k = 220$  В.

Проверяем условия нормальной коммутации выбранного пускателя.

При этом должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{ном.п.}} \geq \frac{I_{\text{пуск.дв.}}}{6} = \frac{78,8}{6} = 13,1 \text{ А}$$

Из предыдущих расчетов:

$$I_{\text{пуск.дв.}} = 78,8 \text{ А.}$$

Как видим условие выполняется, так как:

$$25 \text{ А} > 13,1 \text{ А}$$

Условие нормальной коммутации соблюдается.

По количеству контактов вспомогательной цепи выбранный пускатель подходит, так как он имеет один замыкающий и один размыкающий контакты.

По степени защиты и категории размещения выбранный пускатель соответствует условиям окружающей среды.

Таким образом, окончательно выбираем магнитный пускатель ПМЛ-221004 второй величины, с номинальным током  $I_{\text{ном.п.}} = 25$  А; защитного исполнения по IP54; не реверсивный, без кнопок «пуск» и «стоп»;

					Лист
					7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ

умеренно-климатического исполнения и категории размещения – 3 (ПМЛ-221004 УЗ).

## 2.7. Выбор технических средств автоматизации.

При составлении перечня элементов принципиальной электрической схемы, приходится выбирать различные технические средства автоматики: резисторы, конденсаторы, полупроводниковые приборы, различного типа реле, трансформаторы, светосигнальную и звуковую аппаратуры и другие элементы автоматики.

Основные элементы и средства автоматизации так же как чувствительные элементы, датчики, регуляторы, различного типа реле и др. выбирают по следующим данным: по роду тока (постоянный, переменный), конструктивному исполнению (защищенные, закрытые, взрывобезопасные).

Реле выбирают по номинальному напряжению катушек, силе тока контактов, по мощности включения, по числу контактов различных типов, по допустимому числу замыканий и размыканий контактов, а так же по другим параметрам.

Технические данные выбранных аппаратов должны удовлетворять требованиям электрической сети, в которой они будут работать.

Аппаратуру для схемы автоматического управления выбирают по специальной справочной литературе.

Выбор предохранителя для цепей контроля, управления и сигнализации.

При выборе плавких вставок для цепей управления, контроля и сигнализации пользуются следующим соотношением:

$$I_B \geq 0,1 * (\sum I_{\text{пуск.}} + \sum I_{\text{ном.}})$$

где,  $\sum I_{\text{пуск.}}$  – наибольший суммарный пусковой ток одновременно включаемых аппаратов управления и сигнализаций,  $\sum I_{\text{ном.}}$  – суммарный ток одновременно работающих аппаратов.

Для данной схемы управления БНУ подсчитываем суммарный пусковой ток включаемых аппаратов, а так же суммарный ток одновременно работающих аппаратов, при этом получим:

$$\sum I_{\text{пуск.}} = 15,7 \text{ А};$$

$$\sum I_{\text{ном.}} = 8,3 \text{ А};$$

тогда:

$$I_B = 0,1(15,7+8,3)=2,4 \text{ А}.$$

По таблице 37 [2] выбираем предохранитель резьбовой ПРС-6УЗ-П, у которого тип плавкой вставки ПВД-3УЗ.

Ток предохранителя в данном случае 6 А, цифра 3, для плавкой вставки соответствует току 4 А.

Выбор реле постоянного тока.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Большое значение для практики имеет выбор реле, оно должно иметь минимальный габарит и массу, наиболее полно соответствовать заданным условиям работы и быть наиболее экономичным, реле является основным аппаратом управляющей части автоматического устройства управления.

Основное свойство реле заключается в том, что выходная величина меняется скачкообразно.

Наиболее широко в схемах автоматики применяют электромагнитные, нейтральные реле постоянного и переменного токов, которые не реагируют на изменения полярности входного сигнала.

Выберем реле постоянного тока, которое служит промежуточным звеном в схеме управления БНУ с поочередным включением двух агрегатов.

Из приложения 3 [3] предварительно выберем малогабаритное электромагнитное реле постоянного тока РЭС-47, которое имеет два переключающих контакта, силу коммутируемого тока до трех ампер, ток срабатывания  $I_{ср.}=23$  мА, напряжение втягивающей катушки  $U_k=24$  В, сопротивление обмотки  $R_{об}=650$  Ом.

Проверяем параметры выбранного реле

1. Определяем рабочий ток:

$$I_p = \frac{U_k}{R_{об}} = 0,037 \text{ А} = 37 \text{ мА}$$

2. определяем коэффициент запаса срабатывания реле:

$$K_3 = \frac{I_p}{I_{ср.}} = \frac{37}{23} = 1,6$$

В данном случае условие выполняется так как показала практика, что коэффициент запаса срабатывания реле должен быть  $\geq 1,5$ , следовательно реле будет срабатывать надежно.

3. Определяем мощность потребляемую обмоткой реле:

$$P_{об} = U_k \cdot I_p = 24 \cdot 0,037 = 0,9 \text{ Вт.}$$

При длительном режиме работы мощность обмотки реле не должна превышать двух ватт. А в импульсивном режиме не должна превышать семь ватт.

Данное реле подходит для любого режима работы.

Таким образом окончательно выбираем реле РЭС-47, с паспортом РФ4:500.417.

Данное реле выбрано потому что в сравнении с другими, оно является самым малогабаритным и самым быстродействующим.

Выбор реле переменного тока.

Основным условием выбора реле является номинальное напряжение обмотки реле, которое указывается в справочнике, это напряжение должно быть равным напряжению питания, кроме того обязательно учитывают степень защищенности реле, его экономичность, наличие необходимых для схемы типов контактов, а так же их токовую нагрузку. Реле переменного тока менее экономично чем реле постоянного тока, срок службы короче. Однако для их включения не нужны источники постоянного тока. При этом выбранное реле должно

наиболее полно соответствовать заданным условиям работы. Для передачи сигнала в цепях управления, контроля и сигнализации данной электрической установки выбрать промежуточное реле переменного тока.

Реле должно иметь как минимум три замыкающих и два размыкающих контакта. Катушка реле должна иметь номинальное напряжение 220 В переменного тока. Сила коммутируемого тока контактами реле не менее 5 ампер. Реле должно быть защищенного исполнения.

В качестве промежуточных реле переменного тока рекомендуется использовать реле серии РПУ (реле промежуточное, универсальное), реле ПЭР (промежуточная электрореле), РПТ (реле промежуточное теобразным якорем).

Предварительно выбираем реле промежуточное универсальное серии РПУ – 1.

По табл.87 [2] выбираем индекс исполнения – 3, что соответствует защищенному исполнению.

По табл.88 [2] выбираем индекс исполнения – 6, что соответствует переменному току.

По табл.89 [2] выбираем индекс исполнения – 3, что соответствует 4 замыкающим и 4 размыкающим контактом.

Напряжение катушки реле должно быть 220 В переменного тока, таким образом окончательно выбираем промежуточное реле универсальной серии РПУ–1–363У3.

РПУ-1 – серия реле;

3 – защищенное исполнение;

6 – переменный ток;

3 – наличие 4 замыкающих и 4 размыкающих контактов;

У – умеренного климатического исполнения;

3 – третья категория.

Для включения промежуточных реле на 24 В, применяем резистор типа ПЭВ-25 на 2400 Ом.

Для преобразования переменного тока в постоянный, применяем выпрямители Д-7В.

Для контроля за уровнем воды в напорном баке применяем электроконтактный манометр.....

Для контроля за наличием воды в скважинах рядом с погружными насосами устанавливаем электронные датчики «сухого хода», которые имеют специальную форму.

Для оповещения обслуживающего персонала о ходе технологического процесса по табл.7,2 [3] выбираем светосигнальную арматуру со

встроенным балластным резистором типа ЛС-53 на пониженное напряжение 24 В.

Для информирования персонала о наличии воды в скважинах принимаем лампы HL1 и HL2 с линзами синего цвета.

Для оповещения обслуживающего персонала о ходе технологического процесса принимаем лампы HL3 и HL4 с линзами зеленого цвета.

Для предупреждения персонала о том, что электроустановка находится под напряжением применяем лампу HL5 с линзой красного цвета.

## **2.8. Выбор и проектирование щитов и пультов управления.**

Щиты и пульта принимаемые в установках систем автоматизации должны соответствовать ГОСТу-32.44-68\*\* (щиты и пульта автоматизации производственных процессов).

Щиты и пульта, изготовленные по этому ГОСТу предназначены для установки в закрытых помещениях, при отсутствии вибрации агрессивных газов и паров. Щиты следует устанавливать в специальных щитовых помещениях. По конструктивному оформлению щиты и пульта делят на шкафные, шкафные-малогабаритные, панельные, панельные-малогабаритные и другие. В с/х производстве чаще всего применяют шкафные малогабаритные щиты. При установке щиты и пульта вымеряют по весу и уровню, после чего закрепляют конструкцию фундамента и между собой щиты крепят только разъемными соединениями.

В щитовых помещениях до установки щитов должны быть выполнены все строительные и отделочные работы. Основные детали корпусов, каркасов щитов и пультов изготавливают из специальных марок стали толщиной не более трех миллиметров.

Для обивки и облицовки, а так же мнемонических схем и других деталей не несущих особой нагрузки допускается применять пластмассы и другие неметаллические материалы. Поверхности корпусов и каркасов должны иметь лакокрасочное покрытие, цвет которого должен быть одинаковым. Фасадные панели щитов и пультов окрашивают эмалью ЭМЛ-12-03 «белая ночь». Рамы основания щитов и пультов окрашивают черной эмалью ЭМЛ-12-00. Все прочие поверхности окрашивают дымчатой эмалью ЭМЛ-12-71.

Выбор типа щита и пульта зависит от количества и размеров приборов, а так же средств автоматики, установленных на них, удобства монтажа и эксплуатации, правил по технике безопасности (ТБ) в части расстояний между токоведущими частями.

Количество и характер аппаратуры, установленной на щите определяется при выполнении функциональной и принципиальной схем автоматизации. На фасадной стороне щита устанавливают только те приборы и средства автоматизации, которые необходимы для работы оператора. Остальные приборы и средства автоматизации монтируют вне поля зрения



оператора, то есть внутри щита.

Все соединения между приборами, средствами автоматизации, сборками зажимов, выполняют на основании ПрЭС автоматизации.

Электрическую проводку в щитах и пультах выполняют проводами марки ПВ для проводки к приборам и средствам автоматизации устанавливают на неподвижных частях щитов и пультов. Для проводок к приборам и средствам автоматизации установленных на подвижных элементах (дверях, поворотных рамах и так далее) применяют провода марки ПГВ. Сечение проводов должно быть 0,75; 1; 1,5 мм<sup>2</sup>.

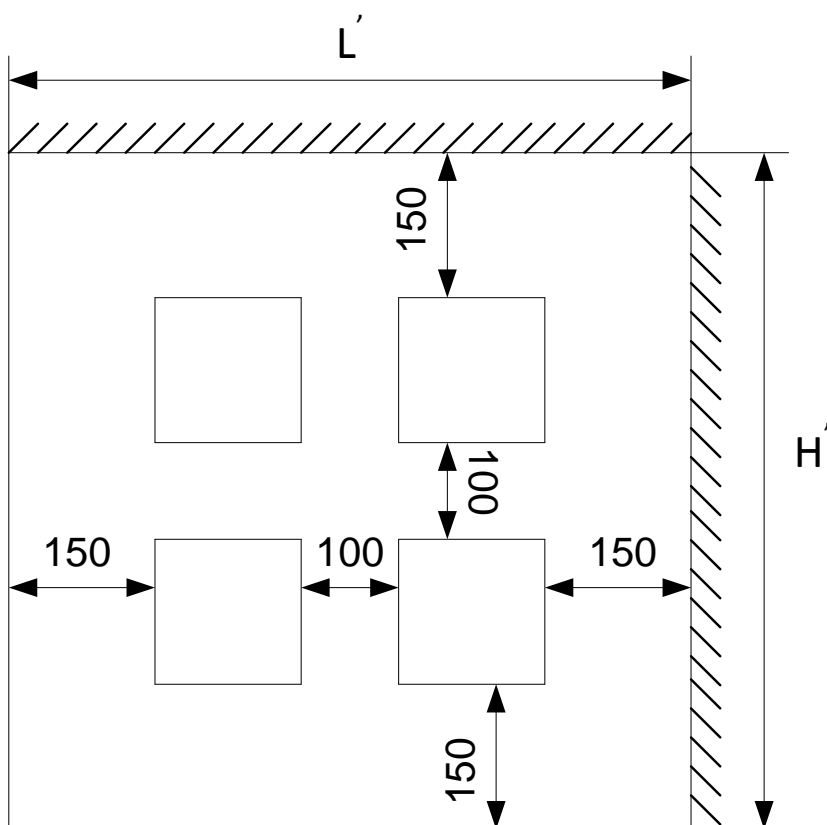
Провода цепей различного функционального назначения должны иметь разные цвета. Электропроводки к аппаратуре, установленной на подвижных элементах должны иметь петли компенсаторы, работающие на скручивание. При максимальном повороте подвижных частей, петля компенсатор не должна касаться частей щита или пульта.

Провода не должны иметь следов повреждений изоляции, а так же сращивания из двух и более кусков. Длина концов проводов предназначенная для подсоединения к приборам должна обеспечивать двукратное возобновление концевой заделки провода.

Для того, чтобы выбрать щит управления нужно знать количество и размеры приборов установленных на нем. Зная количество приборов и их размеры определяют монтажную зону для каждого аппарата, а суммируя площади монтажных зон определяют искомую площадь панели шкафа, зная размеры монтажной панели выбирают стандартные размеры шкафа. Для определения размеров монтажной зоны выполним поясняющий чертеж.

Рисунок №8. Монтажная зона шкафа.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



$L'$  - ширина шкафа;

$H'$  - высота шкафа;

$H$  – высота аппарата;

$B$  – ширина аппарата;

$b$  – расстояние по вертикали;

$a$  – расстояние по горизонтали;

$a=b=100$  мм (min)

Определив площадь монтажной панели по ней определяют габаритные размеры шкафа, которые выбирают по таблице №1:

Основные размеры малогабаритных шкафов.

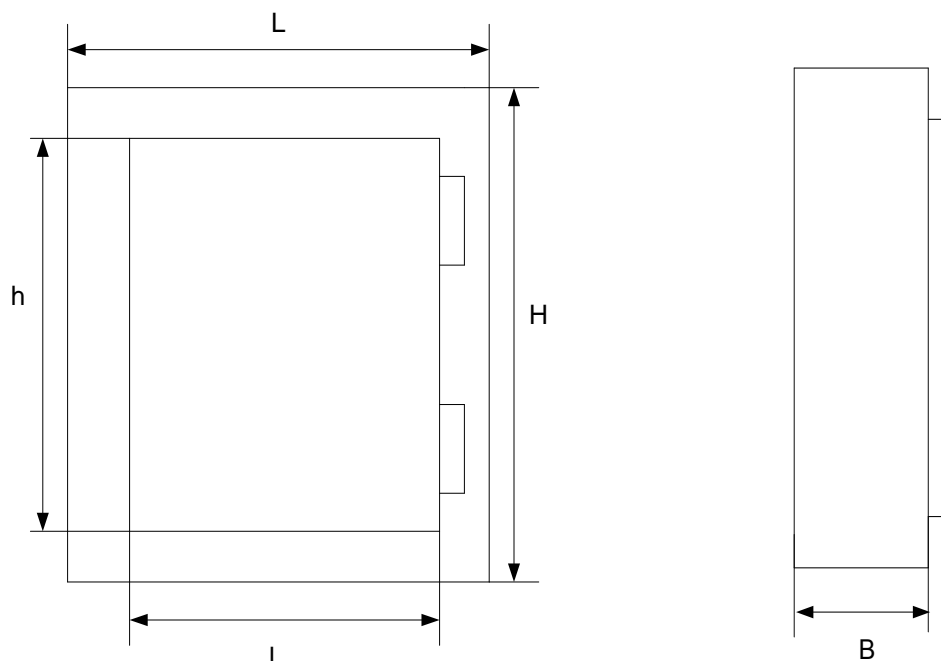
Таблица №1.

Высота		Ширина		Глубина
$H'$	$h$	$l'$	$e$	$B'$
1400	1300	800	700	600
1000	900	800	700	500
800	700	600	500	350
600	500	400	300	250
400	330	300	230	250

Общий вид малогабаритного шкафа и его габаритные размеры.

Рисунок №9. Малогабаритный шкаф и его размеры.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



Определив требуемые размеры шкафа показываем на отдельных чертежах элементы шкафа.

На первом чертеже показываем «вид на дверку спереди» на этом виде изображаем все приборы и элементы расположенные на двери.

На дверки шкафа обычно размещают указательные приборы, сигнальные лампочки, переключатели режимов работы, кнопки управления и др.

Для данной схемы БНУ с поочередным включением двух агрегатов на двери шкафа размещаем ..... Кроме этого вида показываем вид на монтажную панель со стороны открытой дверки.

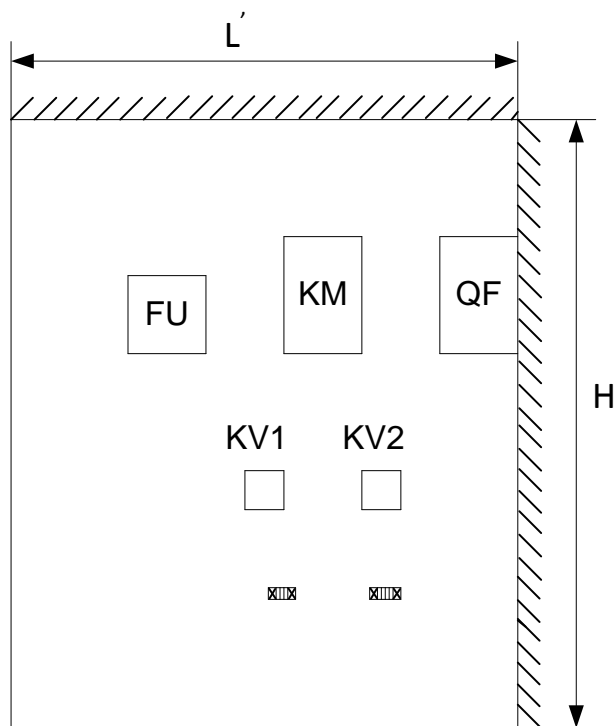
На монтажной панели монтируем и показываем всю остальную аппаратуру.

Кроме аппаратуры на монтажной панели устанавливаем сборки зажимов для фазного и нулевого проводов.

После этих чертежей показываем общий вид шкафа в аксонометрии.

Воспользовавшись данными методических указаний, поясняющим чертежом для определения монтажной зоны и используя таблицу №1 определяем требуемую высоту шкафа  $L'$ :

Рисунок №10 Монтажная зона.



Определяем требуемую высоту шкафа, воспользовавшись чертежом:

$H = \dots\dots\dots$

Пользуясь таблицей и полученной требуемой высотой шкафа, определяем его размеры (выписываем из таблицы размеры шкафа):

$L' =$

$H' =$

$H =$

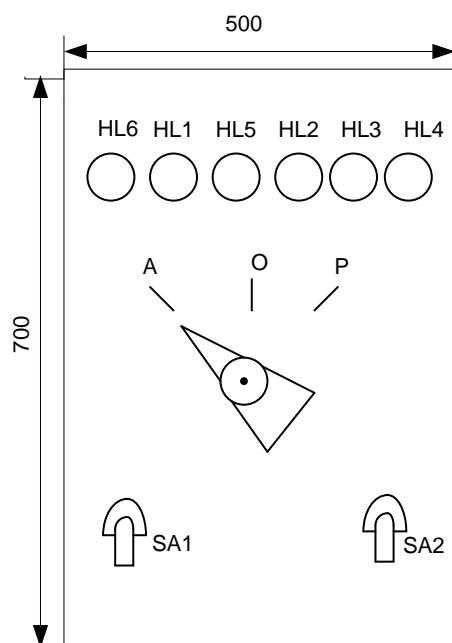
$B' =$

$l =$

Вид на дверку спереди:

Вид на монтажную панель со стороны открытой дверки:

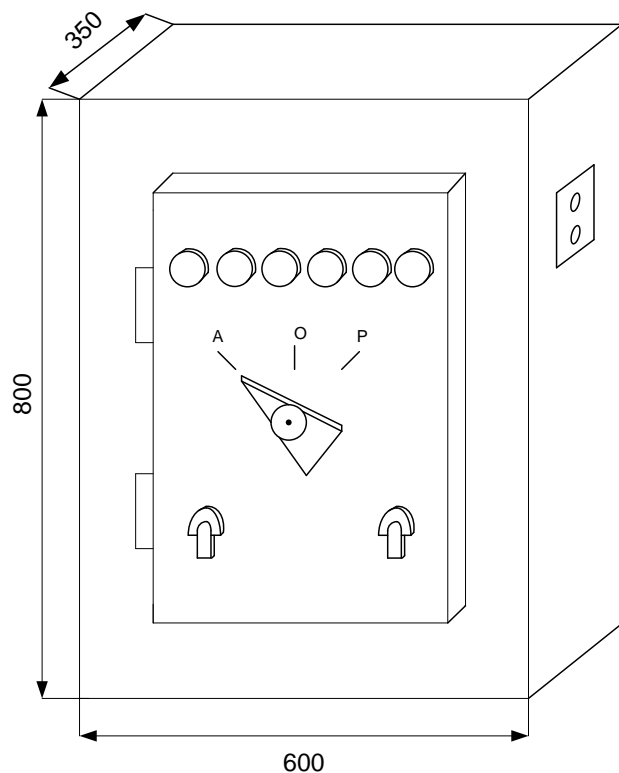
Рисунок №11. Вид на дверку спереди.



Примечание: автоматический выключатель согласно рекомендации размещаем на боковой стенку шкафа.

Изображаем общий вид шкафа в аксонометрии:

Рисунок №12. Общий вид шкафа.



					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

### 3.Определение основных показателей надежности автоматических систем.

Надежность является одной из важнейших характеристик качества автоматической системы и составляющих ее элементов. Под надежностью элементов системы понимается их свойство выполнять заданные функции и сохранять во времени эксплуатационные показатели в расчетных пределах при определенных регламентируемых условиях эксплуатации, технического ремонта, хранения и транспортировки.

Надежность работы технического оборудования и средства автоматизации характеризует следующие величины (показатели):

Интенсивность и параметры потока отказов, безотказностью работы, наработкой элемента на отказ, вероятность безотказной работы, средним временем восстановления и другие.

Безотказность – это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течении некоторого времени.

Ноарботка на отказ – это время которое проработает данный элемент автоматизации до первого выхода из строя.

Долговечность – это свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния (прекращение дальнейшей эксплуатации из-за неустраняемых нарушений значения параметров).

Надежность систем автоматики имеет важное самостоятельное значения при решении вопросов, повышение надежности всей системы управления.

Прежде чем рассчитать основные показатели надежности составим таблицу:

Показатели надежности элементов схемы управления.

Таблица №2

показывает надежность элементов схемы управления	количество $n_i$	интенсивность потока отказов $\lambda_a \cdot 10^{-6}$	время восстановления элементов схемы $t_v$	интенсивность отказов всей системы $\sum \lambda_i \cdot n_i$	время учитывания интенсивности отказов всей системы $\sum \lambda_i \cdot n_i \cdot t_v$
элемент схемы автоматики					
1	2	3	4	5	6
QF	3	0,3	0,25	0,9	0,225
M	2	7,26	1,25	14,52	18,15
FU	1	0,52	0,08	0,52	0,0416
KM	2	10	1,03	20	20,6
KV	6	12,3	0,34	73,8	25,092
SL	2	2,5	0,5	5	2,5
VD	8	0,167	0,2	1,336	0,2672
R	2	7,2	0,1	14,4	1,44
Итого				130,476	68,3158

Рассчитываем основные показатели надежности для схемы БНУ с поочередным включением двух агрегатов:

Определяем интенсивность отказов всей системы управления с учетом условия работы:

$$\lambda_a = K_y * \lambda_i * n_i$$

$K_y$  – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации.

Для стационарных наземных устройств в с/х производстве:

$$K_y = 10 \dots 15.$$

Для мобильных агрегатов принимают:

$$K_y = 25 \dots 30.$$

Рассчитываем среднюю наработку на отказ всей системы управления:

$$t_{от} = 1/\lambda_a$$

Определяем время восстановления всей системы:

.....

$K_{п}$  – время поиска неисправности в системе управления в с/х производстве, обычно принимают :

.....

Определяем ожидаемое количество отказов всей системы автоматизации за год:

.....

$t_p$  – ожидаемая безотказное время работы оборудования в течении года. Оно рассчитывается исходя из количества времени, которое проработает оборудование в течении года:

.....

$t_{он}$  – количество рабочих дней оборудования в течении года.

$T_c$  – время работы оборудования в течение суток.

Рассчитываем ожидаемое время простоя технического оборудования из-за отказов в работе системы автоматизации:

.....

$t_{зв}$  – это среднее время затраченное на вызов ремонтно-обслуживающего персонала.

В с/х производстве принимают:

.....

Определяем ожидаемое время простоя технического оборудования из-за отказа его в работе:

.....

$K_r$  – коэффициент готовности оборудования, то есть вероятность того, что объект окажется работоспособным в произвольный момент времени  $t$ .

Величину коэффициента рассчитывают по следующей зависимости:

.....

Примечание. Коэффициент готовности с точностью до четырех знаков.

Рассчитываем суммарное, ожидаемое время простоя технологического оборудования в течение года:

.....

Определяем время технической загрузки оборудования за год:

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

.....

#### **4. Мероприятия по охране труда и технике безопасности на автоматизируемом объекте.**

Современное сельскохозяйственное производство все более приобретает черты промышленного производства с мощной энергетической базой и оказывает заметное влияние на окружающую среду.

Крупные животноводческие и птицеводческие комплексы вызывают загрязнение природной среды близлежащих районов отходами жизнедеятельности животных.

В связи с этим резко возрастает значимость технической экологии.

Основная ее цель – уменьшить вред, наносимый природе деятельностью человека, путем совершенствования инженерно-технических средств защиты окружающей среды.

Современный этап характеризуется тем, что любое техническое решение при проектировании автоматизированных технологий должно быть обосновано не только экономически, но и экологически.

Важный аспект экологической проблемы – ее комплексность, то есть учет интересов не только проектируемого объекта, но и всего района в целом.

Применительно к задачам автоматизации животноводческих и птицеводческих комплексов наиболее важными экологическими задачами являются правильный и обоснованный выбор теплоэнергетического оборудования, разработка технологии утилизации навоза и помета, проектирование систем автоматики на основе экономии топливоэнергетических ресурсов.

Одновременно необходимо решать вопросы обеззараживания вытяжного воздуха.

Экологические задачи, возникающие при автоматизации теплиц, так же связаны с обоснованным выбором способа обогрева теплиц и снижением вредных примесей в газах, используемых для подпитки растений углекислотой.

При выполнении курсового проекта необходимо предусмотреть мероприятия по защите воздушного и водного бассейнов и выбрать лучшие из них по экономическим показателям.

Для правильного выполнения этих работ следует четко представлять, в чем выражается ущерб, наносимый загрязнением окружающей среды

					<i>КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>7</i>



сельскохозяйственному производству региона.

Обычно ущерб оценивают по следующим показателям:

1.отравление растительности веществами токсичного воздействия (это ведет к снижению интенсивности фотосинтеза, угнетению или отмиранию клеток);

2.отравление почвенной флоры и фауны (резко возрастает кислотность почв, растёт концентрация болезнетворных микроорганизмов и т.п.)

3.снижение продуктивности животных (поедание с кормом летучей золы ведет к снижению надоев молока до 86%, а привесов – до 80%; при содержании в кормах фтористых веществ у животных появляется флюороз, приводящий к заражению молока фтором в концентрациях, опасных для человека);

4.снижение солнечной радиации в теплицах (из-за осаждения на стеклянных и пленочных поверхностях продуктов сжигания твердого и жидкого топлива, имеющих хорошую адгезию со стеклом или полиэтиленовой пленкой).

5.заражение растений микроорганизмами и яйцами гельминтов при поливе полей и пастбищ (возможно последующее заражение животных при поедании зараженных кормов).

Применительно к задачам автоматизации сельскохозяйственного производства необходимы экологические мероприятия:

Разработка, выбор и внедрение новых контролирующих и измерительных приборов, предназначенных для контроля и сигнализации вредных выбросов высокой токсичности;

Рациональный выбор теплоэнергетических тепло потребляющих установок (автономное или центральное теплоснабжение; использование электрической энергии в качестве единого источника энергии; использование вторичных энергетических ресурсов и новых источников энергии);

Разработка и выбор установок для утилизации вредных выбросов (утилизация тепловых выбросов при помощи теплообменной системы вентиляции; использование для обогрева биологической теплоты животных; термический и термокалитический методы обезвреживания неприятно пахнущих веществ; применение адсорбционного и абсорбционно-окислительного методов очистки газов от этих веществ; биологическая очистка животноводческих стоков при помощи процессов флотации, окисления и обеззараживания; компостирование навоза; радиационная обработка стоков при помощи гамма-излучения.

Выбирая приборы, автоматы и другие средства автоматизации, следует учитывать, защищены они от воздействия окружающей среды или нет.

При этом необходимая степень защиты электрических средств автоматизации определяется стандартами СЭВ: СТ СЭВ 592-77 «Аппараты электрические на напряжение до 1000В. Степени защиты» и СТ СЭВ 778-77 «Изделия электротехнические. Степени защиты, обеспечиваемые

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

оболочками. Обозначения. Методы испытаний».

В электроустановках систем автоматизации, как и в любых других электроустановках напряжением до 1000В, существует опасность поражения людей электрическим током вследствие:

1. непосредственного прикосновения или недопустимого приближения к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
2. прикосновения к металлическим частям или корпусам электроприемника, находящимся под напряжением в результате повреждения электрической изоляции;
3. пребывания вблизи мест повреждения электрической изоляции или мест замыкания токоведущих частей на землю.

Электробезопасность может быть обеспечена при помощи защитных мер, к которым относятся: применение малых напряжений в схемах контроля и управления, применение защитного заземления; автоматический контроль сопротивления изоляции; защитное отключение электроприемников при коротких замыканиях и пробоях изоляции; зануление корпусов электроустановок в сетях с глухозаземленной нейтралью (сети трехфазного тока) или глухозаземленным выходом (сети однофазного тока).

Необходимо учитывать, что защитное заземление (преднамеренное электрическое соединение с землей или эквивалентов земли металлических нетоковедущих частей электроприемников) наиболее эффективно для сетей с изолированной нейтралью и выполняют его либо с выносными, либо с контурными заземлителями.

Согласно ПУЭ в электроустановках напряжением до 1000В сопротивление заземления должно быть не выше 4 Ом (при суммарной мощности источников не выше 100 В\*А допустимо увеличение сопротивления до 10 Ом).

Расчет заземления состоит в определении числа и длины вертикальных заземлителей, длины горизонтальных соединительных шин и размещений заземлителей с учетом расположения источников и приемников электрической энергии.

Другая действенная мера обеспечения электробезопасности – постоянный контроль сопротивления изоляции.

Цель такого контроля – обнаружить дефекты изоляции и предупредить замыкания на землю и (или) короткие замыкания.

Следует помнить, что при использовании защитного заземления в сетях с изолированной нейтралью состояние изоляции проводов определяет ток, протекающий через тело человека.

Для постоянного контроля сопротивления изоляции на стационарных электроустановках используют приборы ПКИ (на постоянном оперативном токе) или вентильные схемы.

На передвижных электроустановках можно применять щитовой прибор ТКТ-60 (разработки МЭИ).

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Защитное отключение представляет собой систему защиты, которая обеспечивает автоматическое отключение электроустановки при глухих (или неполных) замыканиях на землю (или корпус), при снижении сопротивления изоляции, при неисправности защитного заземления, зануления или самого устройства защитного отключения.

При выборе конкретной схемы защитного отключения необходимо четко знать, на какую входную величину эта схема должна реагировать.

В качестве входной величины обычно используют: напряжение корпуса относительно земли, напряжение нулевой последовательности, сопротивление изоляции проводов питающей сети (вентильные схемы, схемы автоматического контроля изоляции на постоянном или переменном оперативном токе).

Возможно применение комбинированных схем защитного отключения с двумя и более датчиками и измерением нескольких входных величин сразу.

В сетях с глухозаземленной нейтралью одно защитное заземление не обеспечивает надежной и полноценной защиты персонала.

Для быстрого и надежного отключения поврежденного участка цепи все корпуса электроприемников соединяют проводниками с заземленной нейтралью (зануляют).

При замыкании на корпус происходит перегорание плавкой вставки или срабатывание автоматического выключателя, поврежденный участок цепи отключается и таким образом обеспечивает безопасность персонала.

Занулению (заземлению) подлежат: металлические корпуса приборов, аппаратов управления, защиты, сигнализации; корпуса электродвигателей исполнительных механизмов; механические щиты и пульты, на которых монтируют средства автоматизации; металлические корпуса трансформаторов и выпрямительных устройств.

					КАТО.35.02.08 02. 4эА ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **Заключение**

Эффективность и экономичность работы предприятий холодного и горячего водоснабжения, отопления, водоотведения и водоочистки городов, городских и сельских районов может быть существенно повышена за счет автоматизации и внедрения регулируемых электроприводов и автоматизированных систем управления на их основе.

В зависимости от назначения насосной установки система автоматического регулирования должна обеспечить поддержание в требуемых пределах давления, расхода и температуры воды. Кроме того, при аварийной остановке рабочего насоса должен автоматически включаться резервный. Для дистанционного контроля работы насосной установки предусматривается сигнализация и при необходимости — автоматическая запись температуры, расхода и давления воды.

Применение частотно-регулируемых электроприводов в системах водоснабжения, прежде всего, позволяет существенно снизить потребление электроэнергии электроприводами насосов, так как избыточный напор в этом случае не создается. Давление поддерживается постоянным за счет регулирования частоты вращения электродвигателя насоса. Давление, которое необходимо поддерживать в системе, с помощью встроенной клавиатуры пульта привода записывается в его энергонезависимую память.