

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.06 Современные системы электрификации и автоматизации в сельском хозяйстве

**Направление подготовки (специальность) 35.04.06 Агроинженерия**

**Профиль подготовки (специализация) «Технологии и средства механизации  
сельского хозяйства»**

**Форма обучения заочная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Структура и составляющие производственного процесса.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Производственный процесс как объект управления.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Лекция № 3 Системы автоматического регулирования.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Лекция № 4 Автоматизация дискретных технологических процессов.</b> <i>Автоматизированные системы управления технологическими процессами.....</i>	<b>6</b>
<b>1.5 Лекция № 5 Нижний уровень АСУТП.....</b>	<b>7</b>
<b>1.6 Лекция № 6 Операторный метод АСУТП. Административный уровень АСУТП.</b>	<b>8</b>
<b>1.7 Лекция № 7 Надежность АСУТП.....</b>	<b>9</b>
<b>1.8 Лекция № 8 Экономическая эффективность АСУТП.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Методические указания по проведению практических занятий.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Практическое занятие № ПЗ-1 Автоматизация систем регулирования температуры и влажности производственных помещений.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 Практическое занятие № ПЗ-2 Автоматизация пуска электрических машин...</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Практическое занятие № ПЗ-3 Системы автоматического торможения двигателей.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Практическое занятие № ПЗ-4 Автоматизация включения резервных источников питания.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Практическое занятие № ПЗ-5 Автоматическое повторное включение в системах электроснабжения.....</b>	<b>21</b>
<b>2.6 Практическое занятие № ПЗ-6 Автоматизация систем кондиционирования производственных помещений сельскохозяйственного назначения.....</b>	<b>23</b>
<b>2.7 Практическое занятие № ПЗ-7 Программируемые контроллеры.....</b>	<b>25</b>

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1.1 Лекция №1 (2 часа).

**Тема:** «Структура и составляющие производственного процесса»

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о производственном процессе
2. Классификация производственных процессов
3. Структура и составляющие производственного процесса

**1.1.2 Краткое содержание вопросов:** (*тезисно изложить основное содержание рассматриваемых вопросов*)

#### 1. Понятие о производственном процессе

Современное производство представляет собой сложный процесс превращения сырья, материалов, полуфабрикатов и других предметов труда в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям общества.

Совокупность всех действий людей и орудий труда, осуществляемых на предприятии для изготовления конкретных видов продукции, называется *производственным процессом*.

Основной частью производственного процесса являются технологические процессы, которые содержат целенаправленные действия по изменению и определению состояния предметов труда. В ходе реализации технологических процессов происходит изменение геометрических форм, размеров и физико-химических свойств предметов труда.

#### 2. Классификация производственных процессов

Производственный процесс — основа деятельности любого предприятия, представляет собой совокупность отдельных процессов труда, направленных на превращение сырья и материалов в готовую продукцию заданного количества, качества, ассортимента и в установленные сроки. Содержание процесса производства оказывает определяющее воздействие на построение предприятия и его производственных подразделений.

#### 3. Структура и составляющие производственного процесса

Структура производственного процесса. Производственный процесс — это совокупность взаимосвязанных действий людей, средств труда и природы, необходимых

для изготовления продукции. Основными элементами производственного процесса являются процесс труда как сознательная деятельность человека, предметы и средства труда. Это ресурсные составляющие производственного процесса, которые требуют определенного расходования средств. Наряду с этим во многих производствах используются природные процессы (биологические, химические процессы в аграрных и аграрно-промышленных производствах, сушение, охлаждение деталей после термической обработки и т.п.). Природные процессы требуют затрат времени, а ресурсы расходуются только в случае их искусственной интенсификации этих процессов.

## **1.2 Лекция №2 ( 2 часа).**

**Тема:** «Производственный процесс как объект управления»

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие об объекте управления
2. Особенности производственного процесса как объекта управления

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Понятие об объекте управления**

Целью процесса управления в данном случае является поддержание объектом управления (ОУ) заданного курса уз. При движении ОУ (судно) подвергается возмущающему воздействию  $fb$  (волны, порывы ветра), в результате чего текущий курс у в некоторый момент времени будет отличаться от заданного уз. Информация о цели и о текущем состоянии процесса управления поступает на управляющее устройство (УУ). В УУ сравниваются цель и текущее состояние, оценивается их рассогласование  $Dy$  и вырабатывается управляющее воздействие  $m$  на регулирующий орган ОУ. В данном случае регулирующий орган ОУ – руль; управляющее воздействие  $m$  – угол поворота руля.

#### **2. Особенности производственного процесса как объекта управления**

Технологический процесс составляет основу любого производственного процесса, является важнейшей его частью, связанной с переработкой сырья и превращением его в готовую продукцию. Технологический процесс включает в себя ряд стадий ("стадия" — по-гречески "ступень"). Итоговая скорость процесса зависит от скорости каждой стадии. В

свою очередь, стадии расчленяются на операции. Операция — это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и характеризуемая постоянством предмета труда, орудий труда и характером воздействия на предмет труда. Практически любой конкретный технологический процесс можно рассматривать как часть более сложного процесса и совокупность менее сложных технологических процессов. В соответствии с этим технологическая операция может служить элементарным технологическим процессом. Элементарный технологический процесс Это простейший процесс, дальнейшее упрощение которого приводит к потере характерных признаков технологического процесса.

### **1.3 Лекция №3 ( 2 часа).**

**Тема: «Системы автоматического регулирования»**

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие о регулировании
2. Понятие об автоматическом регулировании
3. Схемы автоматического регулирования

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Понятие о регулировании

Регулирование перевозок представляет собой систему мероприятий, направленных на предупреждение или устранение затруднений в перевозочном процессе, обеспечение равномерной и ритмичной работы железнодорожных подразделений и эффективное использование технических средств. Необходимость регулирования обусловлена наличием неравномерности эксплуатационной работы, а также всевозможными задержками, затруднениями и сбоями в продвижении вагонопотоков, возникающими по различным причинам. Неправильное регулирование перевозок само может стать причиной возникновения затруднений.

2. Понятие об автоматическом регулировании

Автоматическое регулирование яв-ся частным случаем автоматического управления. Под *автоматическим регулированием* понимают пр-сс изменения какой-либо физической величины по требуемому з-ну без непосредственного участия чел-ка. Физ. величина, подлежащая регулированию наз-ся *регулируемой величиной*. Технический объект, в котором осуществляется автоматическое регулирование в свою очередь наз-ют *регулируемым объектом*.

### 3. Схемы автоматического регулирования

Несмотря на огромное разнообразие технологических процессов химической промышленности, все они состоят из отдельных технологических операций, каждую из которых можно, как сказано выше, отнести к одной из следующих групп типовых процессов: механические, гидродинамические, тепловые, массообменные, химические (реакторные), термодинамические. В основе процессов каждой группы лежат общие физико-химические закономерности, что предопределяет значительное сходство их свойств как объектов автоматизации. Благодаря этому оказывается возможной разработка типовых схем автоматизации для объектов каждой группы. Однако, одного технологического признака недостаточно для типизации объектов автоматизации, т.к. процессы одной группы могут иметь различное аппаратурное оформление (например, сушка в барабанной сушилке или в сушилке с кипящим слоем) и, как объекты автоматизации, существенно различаться по своим свойствам.

#### 1. 4 Лекция №4 ( 2 часа).

**Тема:** «Автоматизация дискретных технологических процессов.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами»

##### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Понятие о дискретном технологическом процессе
2. Особенности автоматизации дискретных технологических процессов

**1.4.2 Краткое содержание вопросов:** (*тезисно изложить основное содержание рассматриваемых вопросов*)

1. Понятие о дискретном технологическом процессе

Производственный процесс функционирует в искусственно созданных человеком производственных системах, включающим: предметы труда, орудия труда и труд людей. Если выделить из производственного процесса ту часть действий, которая непосредственно формирует процесс производства, то это и будет технологический процесс.

2. Особенности автоматизации дискретных технологических процессов

Приведем общепринятые определения терминов "процесс" и "дискретный процесс", почерпнув их в википедии (открытая энциклопедия Интернета). *Процесс* (от лат. *processus* — продвижение) — это последовательная смена состояний во времени некоторого объекта произвольной природы. Различают дискретные и непрерывные процессы. У *дискретных процессов* состояния четко отделены друг от друга, и для каждого состояния можно указать соседние (предыдущее и последующее, или только одно из них). У *непрерывных процессов* между двумя любыми состояниями всегда можно выделить промежуточные, из чего следует, что понятие соседних состояний к такому процессу неприменимо (можно говорить лишь о последовательных состояниях и о близости их друг к другу во времени). Примером дискретного процесса является работа кассира в магазине (можно выделить состояния получения денег, выдачи сдачи, выдачи чека и т. п.). Примерами непрерывных процессов являются кипение воды, движение планет вокруг Солнца и др.

## **1. 5 Лекция №5 ( 2 часа).**

**Тема: «Нижний уровень АСУТП»**

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Уровни АСУТП
2. Особенности уровней АСУТП
3. Нижний уровень АСУТП

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Уровни АСУТП**

Нижний уровень. *Уровень оборудования* (входов/выходов- *Input/Output-level*). Это уровень датчиков(*sensors*), измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительных устройств (*actuators*), воздействующих на эти параметры процесса, для приведение их в соответствие с заданием. На этом уровне осуществляется согласование сигналов датчиков с входами устройства управления, а вырабатываемых команд с исполнительными устройствами.

Средний уровень. *Уровень управления оборудованием-*Control level**. Это уровень контроллеров (ПЛК-*PLC*, *Programable Logic Controller*). ПЛК получает информацию с контрольно-измерительного оборудования и датчиков о состоянии технологического процесса и выдает команды управления, в соответствии с запрограммированным

алгоритмом управления, на исполнительные механизмы. Верхний уровень. Уровень промышленного сервера, сетевого оборудования, уровень операторских и диспетчерских станций. На этом уровне *идет контроль хода производства*: обеспечивается связь с нижними уровнями, откуда осуществляется сбор данных, визуализация и диспетчеризация (мониторинг) хода технологического процесса. Это уровень HMI, SCADA. На этом уровне задействован человек, т.е. оператор (диспетчер). Он осуществляет локальный контроль технологического оборудования через так называемый человеко-машинный интерфейс (HMI - *Human Machine Interface*).

## 2. Особенности уровней АСУТП

Автоматизированную систему управления, как и любую сложную систему, представим в виде совокупности элементов и рассмотрим взаимосвязь этих элементов между собой. Выбор элементов в зависимости от способа декомпозиции АСУ ТП может быть различен. При декомпозиции по составу в качестве элементов могут быть приняты комплекс технических средств (техническое обеспечение), информационное обеспечение (включающее в себя нормативно-справочную информацию, системы классификации и кодирования информации и др.) и организационное обеспечение (совокупность документов, регламентирующих действия персонала). Свойства информационного и организационного обеспечения влияют на надежность АСУ ТП косвенно, через функционирование технических средств, программного обеспечения и персонала, поэтому ниже при решении вопросов надежности отдельно не будут учитываться.

## 3. Нижний уровень АСУТП

Нижний уровень. Уровень оборудования (входов/выходов- *Input/Output-level*). Это уровень датчиков(*sensors*), измерительных устройств, контролирующих управляемые параметры, а также исполнительных устройств (*actuators*), воздействующих на эти параметры процесса, для приведение их в соответствие с заданием. На этом уровне осуществляется согласование сигналов датчиков с входами устройства управления, а вырабатываемых команд с исполнительными устройствами.

### 1.6 Лекция №6 ( 2 часа).

**Тема:** «Операторный метод АСУТП. Административный уровень АСУТП»

#### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Операторный метод расчета

## 2. Административный уровень АСУТП

### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Операторный метод расчет

Операторный метод расчёта переходных процессов. Суть метода заключается в том, что действительные функции времени, называемые оригиналами, заменяется их операторными изображениями. Соответствие между оригиналом и изображение устанавливается с помощью функционального преобразования. Это преобразование выбирается так, чтобы операции дифференцирования и интегрирования оригиналов заменялись алгебраическими операциями над их изображениями. При этом дифференциальные уравнения для оригиналов переходят в алгебраические уравнения для их изображений. Переход от оригинала  $f(t)$  к изображению  $F(p)$ , так называемое прямое преобразование, осуществляется с помощью интеграла Лапласа.

#### 2. Административный уровень АСУТП

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) — это человеко-машинная система управления, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления технологическим объектом в соответствии с принятым критерием.

За критерий управления АСУТП принимают соотношение, характеризующее качество функционирования технологического объекта управления (ТОУ) в целом и принимающее конкретные числовые значения в зависимости от используемых управляющих воздействий.

## 1.7 Лекция №7 ( 2 часа).

### Тема: «Надежность АСУТП»

#### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Понятие надежности
2. Составляющие надежности
3. Методы обеспечения надежности АСУТП

#### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Понятие надежности

Термины *надежность*, *безопасность*, *опасность* и *риск* часто смешиваются, при этом их значения перекрываются. Часто термины *анализ безопасности* или *анализ опасности* используются как равнозначные понятия. Наряду с термином *анализ*

надежности они относятся к исследованию как работоспособности, отказов оборудования, потери работоспособности, так и процесса их возникновения.

## 2. Составляющие надежности

Надёжность – свойство изделия сохранять в установленных пределах времени значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения, транспортировки и других действий.

## 3. Методы обеспечения надежности АСУТП

Автоматизированную систему управления, как и любую сложную систему, можно представить в виде совокупности элементов и затем рассмотреть взаимосвязь этих элементов между собой. Выбор элементов в зависимости от способа декомпозиции АСУ ТП может быть различен. При декомпозиции по составу в качестве элементов могут быть приняты комплекс технических средств (техническое обеспечение), информационное обеспечение (включающее в себя нормативно-справочную информацию, системы классификации и кодирования информации и др.) и организационное обеспечение (совокупность документов, регламентирующих действия персонала).

## 1.8 Лекция №8 ( 2 часа).

### Тема: «Экономическая эффективность АСУТП»

#### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Показатели экономической эффективности инженерно-технических систем

#### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Показатели экономической эффективности инженерно-технических систем  
система показателей, определяющих эффективность машин, базируется на математических моделях, которые представляют собой зависимости, позволяющие рассчитать эффективность работы объекта или отдельных его элементов.

Показатель эффективности оценивает степень приспособления системы к выполнению поставленных технологических задач при экономии энергетических, материальных, трудовых и экологических ресурсов по сравнению с существующими методами и средствами ведения работ. На этапе проектирования показатели рассчитывают

по теоретическим зависимостям, на этапе эксплуатации по величинам, непосредственно замеряемым в процессе производственного эксперимента.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **2.1 Практическое занятие №1 (2 часа).**

**Тема:** «Автоматизация систем регулирования температуры и влажности производственных помещений»

#### **2.1.1 Задание для работы:**

1. Методы и средства регулирования температуры и влажности производственных помещений
2. Режимы регулирования температуры и влажности производственных помещений
3. Схемы автоматизации систем регулирования температуры и влажности

#### **2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Необходимые характеристики микроклимата воздуха рабочей зоны, как правило, обеспечиваются вентиляцией. Под **вентиляцией** понимают организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место чистого, определенной влажности и температуры. Вентиляция бывает: *естественная и принудительная, общая и местная, организованная и неорганизованная*.

*Естественная* вентиляция осуществляется с помощью проёмов в стенах (окон, дверей, форточек) или вентиляционных каналов, без применения специальных механических воздушных насосов (вентиляторов, компрессоров).

*Принудительная* вентиляция — вентиляция, осуществляется с помощью механических побудителей (вентиляторов) по специальным воздуховодам. *Организованная* вентиляция — вентиляция, которая предусмотрена заранее при проектировании здания или рабочего места.

*Неорганизованная* вентиляция — вентиляция, осуществляется через неплотности в окнах, дверях, стенах из-за некачественного строительства зданий или неправильной эксплуатации. Этот вид вентиляции не предусмотрен проектом. *Общая* вентиляция осуществляется по всему объему помещения или рабочей зоны.

*Местная вентиляция* осуществляется в зоне ограниченного объема или рабочего места.

*Естественная вентиляция* осуществляется *аэрационным*, *дефлекторным* (вытяжное устройство на конце наружной части трубы для отсоса воздуха из помещений) или *смешанным* способами.

*Аэрационная вентиляция* осуществляется за счет разности удельного веса холодного и теплого воздуха снаружи и внутри помещения.

*Дефлекторная вентиляция* осуществляется за счет разности давлений на концах вентиляционного канала.

*Принудительная вентиляция* осуществляется тремя способами. Она бывает: вытяжная, приточная и приточно-вытяжная.

Среди различных видов производств встречаются такие, которые характеризуются повышенной влажностью, значительным выделением тепла, пыли, газа, высоким уровнем шума, возможностью образования в воздухе взрывоопасных смесей, наличием радиации и другими производственными вредностями. Эти факторы ухудшают условия труда для работающих и разрушающе действуют на конструкции промышленных зданий.

При проектировании зданий для таких производств предусматривает меры, ослабляющие воздействие производственных вредностей.

В технологической части проекта предусматривают совершенствование производственного процесса, использование современного оборудования, ограничение сферы действия источников производственных вредностей.

Гигиенический режим помещений, удовлетворяющий требованиям Строительных норм проектирования промышленных предприятий, обеспечивается за счет совершенствования санитарно-технического и инженерного оборудования.

Характер производственных вредностей может влиять на объемно-планировочное решение здания. Например, в химической промышленности, где в воздухе помещений возможно образование взрывоопасных смесей, вероятность взрыва уменьшается при увеличении объема воздуха. Поэтому взрывоопасные производства размещают в зальных помещениях, не разделяемых перегородками, перекрытиями и имеющих вентиляцию.

Производственные вредности разрушающе действуют на строительные конструкции, которые должны быть не только прочными, но и обладать стойкостью к агрессивной среде. Это достигается путем выбора рациональных материалов или защитой конструкций от воздействия производственных вредностей.

Каждое производство, выделяющее вредности, предъявляет к промышленным зданиям свои специфические требования. Их учитывают при проектировании и строи-

тельстве, чтобы обеспечить благоприятные санитарно-гигиенические и безопасные условия труда и сохранение прочности, устойчивости и надежности конструктивных элементов в течение всего срока эксплуатации здания.

**Автоматизация тепловых процессов.** Тепловые процессы играют значительную роль в химической технологии. Химические реакции веществ с также их физические превращения сопровождаются, как правило, тепловыми эффектами. Тепловые явления часто составляют основу технологических процессов. Передачу тепла от горячих теплоносителей к более холодным осуществляют в теплообменниках.

Различают теплообменники:

непосредственного смешения теплоносителей;

- поверхностные теплообменники, в которых тепло передается через глухую разделительную стенку:

- теплопередача может протекать без изменения агрегатного состояния теплоносителей (нагреватели, холодильники);

- с изменением агрегатного состояния (испарители, конденсаторы).

Нагревание продуктов проводят также в трубчатых печах топочными газами.

**Регулирование теплообменников смешения** Регулирование теплообменников смешения заключается в поддержании постоянства температуры  $T_{cm}$  суммарного потока на выходе (см. рисунок). Для создания необходимого температурного режима в химических аппаратах используют передачу энергии в результате смешения двух и более веществ с разными теплосодержаниями.

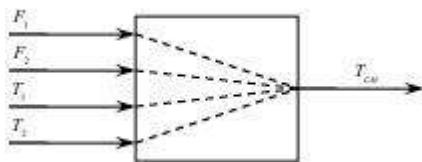


Рисунок - Структурная схема регулирования теплообменника смешения.

Во многих задачах регулирования состава или температуры в резервуаре с мешалкой при определении передаточных функций принимают перемешивание идеальным. Тогда объект описывается дифференциальным уравнением первого порядка с постоянной времени, равной времени пребывания в резервуаре. Однако на практике отмечается запаздывание, по истечении которого изменение концентрации или температуры питания происходит на выходе из резервуара. Это запаздывание (запаздывание смешения) зависит от размеров резервуара, вязкости жидкости,

конструкции и скорости вращения мешалки, определяющих интенсивность перемешивания.

Если  $T_2 > T_{cm} > T_1$ , при этом теплоемкости и плотности жидкостей одинаковы, то:

$$T_{cm} = T_1 + \frac{F_2}{F_1 + F_2} (T_2 - T_1) \quad (\text{потерями в окружающую среду пренебрегаем}).$$

Остановимся на особенностях статической характеристики собственно процесса смешения. Рассмотрим, для примера, аппарат непрерывного действия, в котором смешиваются два потока с расходами  $G_1$  и  $G_2$ , температурами  $\theta_1$  и  $\theta_2$ , удельными теплоёмкостями  $C_{p1}$  и  $C_{p2}$  (рисунок. 8.2).

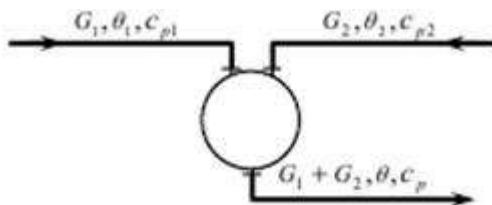


Рисунок - Принципиальная схема теплообменника смешения

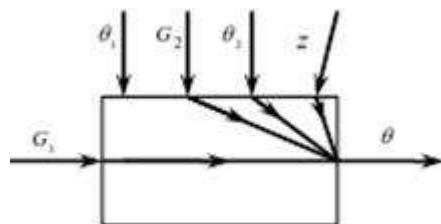


Рисунок - Структурная схема теплообменника смешения

### 2.1.3 Результаты и выводы:

Ответить на контрольные вопросы

## 2.2 Практическое занятие №2 ( 2 часа).

**Тема:** «Автоматизация пуска электрических машин»

### 2.2.1 Задание для работы:

1. Понятие об электрической машине
2. Виды электрических машин
3. Схемы автоматизации и пуска электрических машин

### 2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

Электрическая схема — это документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической

энергии, и их взаимосвязи. Электрические схемы являются разновидностью схем изделия и обозначаются в шифре основной надписи буквой Э. В отличие от машиностроительных и строительных чертежей электрические схемы выполняют без соблюдения масштаба, а действительное пространственное расположение составных частей установки не учитывают или учитывают приближенно.

Современные электрические цепи в промышленности содержат много электрических машин, аппаратов и приборов. Эти цепи настолько сложны, что ни изготовить, ни наладить, ни эксплуатировать, ни ремонтировать электрооборудование невозможно, не имея соответствующих чертежей — схем.

Не всегда для понимания принципа устройства и действия того или иного электротехнического изделия или какого-либо механизма необходимо изображать его точно в таком виде, какой оно имеет в действительности. Довольно часто достаточно ограничиться условными схематическими изображениями тех или иных устройств. Условные графические обозначения не выбирают по желанию и вкусу исполнителя или потребителя, они устанавливаются государственными общесоюзовыми стандартами. Это позволяет всем, кто сталкивается в процессе работы с такими условными изображениями, легко понимать их.

Составляя стандарты на условные графические обозначения, стремятся к тому, чтобы обозначения по возможности выражали наиболее характерные особенности изделия, были просты для запоминания, требовали минимального времени для вычерчивания, учитывали принятые международные обозначения. Например, генераторы, электродвигатели и другие электрические машины имеют вращающиеся цилиндрические части (якорь, ротор), поэтому в основу их условного обозначения положена окружность. Электрические машины постоянного тока характеризуются наличием щеток, скользящих по коллектору. Чтобы отразить это, в условные обозначения машин введены два незачерченных прямоугольника, касающихся окружности.

**Электрической машиной** принято считать электромеханическое устройство, способное преобразовать механическую энергию в электрическую и обратно. В первом случае происходит выработка электроэнергии (машины являются генераторами), во втором — её потребление (**электродвигатели**). Последние необходимы для того чтобы привести в движение транспортные средства, станки и другие механизмы. Генераторы и **электродвигатели** — основная сфера использования **электрических машин**. Но они могут быть также использованы и в качестве **электромеханических преобразователей (умформеров)** — агрегатов, которые способны преобразовывать электрическую энергию в различные её формы. Преобразователь постоянного тока в

переменный называется **инвертором**, увеличитель мощности электрических сигналов – электромашинным усилителем, а устройство способное отрегулировать напряжение переменного тока – индукционным регулятором.

Отдельной категорией можно назвать также **сельсины** – самосинхронизирующиеся индукционные машины, которые обеспечивают возможность вращения нескольких осей независимо друг от друга с точки зрения механики. Такие устройства используются в электронике, в составе сварочных аппаратов для регулировки их рабочей мощности.

В соответствии с принятой технологией весь урожай зерновых, бобовых, масличных культур и семян трав после комбайновой уборки подлежит очистке, а около 60 % убранного урожая необходимо подвергать искусственной сушке.

Необходимость в послеуборочной обработке зерна (очистке, сортировании и сушке) вызвана тем, что поступающий из-под комбайнов зерновой ворох наряду с зерном содержит 20...30 % сорных и до 5 % соломистых примесей, а влажность зерна в зависимости от климатических условий значительно отличается от допустимой (14 %) и иногда достигает 30 % и более.

Для послеуборочной очистки и искусственной сушки зерна используют стационарные зерноочистительно-сушильные пункты. Для этих пунктов предназначены зерноочистительные агрегаты типа ЗАВ и очистительно-сушильные комплексы (типа КЗС) производительностью 10...100 т/ч и вентилируемые бункера вместимостью до 100т. Для очистки и сортирования зернового вороха используют воздухорешетные и триерные машины, а сушат зерно в зерносушилках шахтного, камерного и барабанного типов и в установках активного вентилирования. Каждый агрегат и комплекс, помимо указанных машин, содержит набор транспортеров и норий, зернопроводы и накопительные емкости, устройства для взвешивания, загрузки и разгрузки автотранспорта, воздушные циклоны, щиты и пульты управления машинами. Все машины согласованы по производительности и объединены в единую поточную линию, обслуживаемую одним-двумя операторами.

### **2.2.3 Результаты и выводы:**

Ответить на контрольные вопросы

## **2.3 Практическое занятие №3 ( 2 часа).**

**Тема: «Системы автоматического торможения двигателей»**

### **2.3.1 Задание для работы:**

1. Методы и средства торможения двигателей
2. Особенности автоматизации торможения двигателей

### **2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Электродвигатели в электроприводе могут стремительно приостановить производственный механизм, либо удержать определенную скорость при положительном моменте рабочей машины. В данном случае **движок обращается в генератор и работает в одном из тормозных режимов**: противовключении, динамическом, рекуперативном (смотрите рис. 1) зависимо от метода возбуждения.

**Торможение электропривода** средством переключения обмоток фаз электродвигателя для получения вращения поля в обратном направлении (**торможение противовключением**) используют, когда нужно стремительно приостановить машинное устройство. При всем этом по инерции ротор крутится навстречу магнитному сгустку, скольжение электродвигателя становится больше единицы, а момент — отрицательным.

В движке неизменного тока для воплощения торможения противовключением меняют подключение концов обмоток якоря. При всем этом ток в якоре и момент меняют направление.

В обоих случаях действующее напряжение становится огромным, потому для ограничения тока и момента переключение осуществляется с одновременным включением резисторов в цепь якоря либо ротора. Энергия торможения и поступающая из сети рассеивается в обмотках якоря и в резисторах.

**Динамическое торможение** характеризуется тем, что электронная машина работает генератором (динамо) с рассеиванием энергии торможения в тормозных резисторах и обмотках электродвигателя.

Для динамического торможения якорь мотора неизменного тока отключают от источника питания и включают на сопротивление, а обмотка возбуждения остается под напряжением, асинхронных движках динамическое торможение достигается подачей неизменного тока в обмотку статора мотора.

Неизменный ток делает недвижное магнитное поле. При вращении ротора в его обмотках наводится ЭДС и возникает ток. Взаимодействие тока ротора с недвижным магнитным полем делает тормозной момент. Значение тормозного момента находится в зависимости от тока возбуждения, частоты вращения и сопротивления цепи ротора (якоря).

**В режиме рекуперативного торможения** ротор (якорь) присоединенного к сети электродвигателя крутится со скоростью, большей  $\omega_0$ . В данном случае ток изменяет направление, электронная машина становится генератором, работающим наряду с сетью, энергия торможения за вычетом утрат отдается в электронную сеть.

Наибольшее распространение во всех отраслях промышленности получили электроприводы, относящиеся к первой группе классификации по функциональному назначению и обеспечивающие автоматическое управление процессами пуска, торможения и реверса двигателей. Их долевое участие в общем количестве использующихся в Украине электроприводов превышает 80%. В таких системах применяют контактные и бесконтактные электрические аппараты релейного действия. В силовых цепях, которые питают обмотки двигателей, используются электромагнитные контакторы переменного и постоянного тока, электромагнитные пускатели, тиристорные переключатели. В цепях управления различные реле времени, напряжения, тока, частоты, мощности и др. Команды на выполнение той или иной операции подаются с помощью кнопочных постов управления и т.п. Кроме этого сигналы на пуск, остановку, реверсирование или изменение скорости двигателя могут поступить в систему управления от путевых или конечных выключателей, датчиков давления, температуры и других датчиков, контролирующих работу технологических машин.

### **2.3.3 Результаты и выводы:**

Ответить на контрольные вопросы

## **2.4 Практическое занятие №4 ( 2 часа).**

**Тема:** «Автоматизация включения резервных источников питания»

### **2.4.1 Задание для работы:**

1. Понятие о резервных источниках питания
2. Источники энергии, применяемые в качестве резервных
3. Схемы АВР

### **2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Для резервирования питания ответственных энергопотребителей используют параллельное соединение нескольких источников питания, исключая при этом взаимное влияние одного источника на другой.

При повреждении или отключении одного из нескольких питающих устройств нагрузка автоматически и без разрыва цепи питания подключится к источнику питания, напряжение которого выше остальных. Обычно в цепях постоянного тока для разделения питающих цепей используют полупроводниковые диоды. Эти диоды препятствуют влиянию одного источника питания на другой. В то же время на этих диодах нерационально расходуется некоторая доля энергии источника питания. В этой связи в схемах резервирования стоит использовать диоды с минимальным падением напряжения на переходе. Обычно это германиевые диоды.

В первую очередь питание на нагрузку подают с основного источника, имеющего обычно

(для реализации функции самопереключения на резервное питание) более высокое напряжение. В качестве такого источника чаще всего используют сетевое напряжение (через блок питания). В качестве источника резервного питания обычно используют батарею или аккумулятор, имеющие напряжение заведомо меньшее, чем у основного источника питания.

Самые простые и очевидные схемы резервирования источников постоянного тока показаны на рис. 1 и 2. Подобным образом можно подключить неограниченное количество источников питания к ответственному радиоэлектронному оборудованию. Схема резервирования источников питания (рис. 2) отличается тем, что роль диодов, разделяющих источники питания, выполняют светодиоды. Свечение светодиода индицирует задействованный источник питания (обычно имеющий более высокое напряжение). Недостатком подобного схемного решения является то, что максимальный ток, потребляемый нагрузкой, невелик и непревышает максимально допустимого прямого тока через свето-диод.

Постоянный рост потребления электроэнергии в регионах с развитой инфраструктурой обусловил проблему энергоснабжения новых объектов агропромышленного комплекса.

Для увеличения пропускной способности имеющихся электрических сетей с реконструкцией линий электропередачи и трансформаторных подстанций требуются значительные капиталовложения. Размер их, как показывает зарубежный и отечественный опыт, соизмерим со стоимостью установки дополнительных источников энергии непосредственно в центрах ее потребления. Более того, стоимость вырабатываемой энергии на таких установках бывает значительно ниже получаемой от энергосистем.

В настоящее время известны две категории источников энергии, которыми могли бы воспользоваться потребители агропромышленного комплекса. Это невозобновляемые источники энергии (например, нефть и природный газ) и возобновляемые источники энергии. В свою очередь возобновляемые источники энергии делят на первичные: солнце, ветер, водяные потоки, и вторичные: продукты переработки производственной и бытовой биомассы.

По прогнозам ученых доля вторичных возобновляемых источников энергии от переработки биомассы во всем мире к 2040 году должна составить около 30%. В связи с этим перспективными резервными источниками энергии в агропромышленном комплексе могут быть, наряду с первичными возобновляемыми источниками энергии, установки, работающие как на традиционном топливе (газ, нефть), так и на топливе, получаемом при переработке производственной и бытовой биомассы.

Установлено, что работа на биодизельном топливе не только более экологична, но и экономически выгодна. В России к производству биодизельного топлива подключены крупнейшие отечественные агропромышленные холдинги, такие как «РусАгроПроект» в Волгоградской области, ОАО «Казанский маслоэкстракционный завод» в республике Татарстан, завод ООО «Либейл» в Липецкой области и другие.

Перерабатывая биомассу, эти заводы в состоянии производить десятки тысяч тонн биодизельного топлива, используя которое локальные энергоустановки в местах дефицита централизованного электроснабжения могли бы стать конкурентами реконструкции электросетей.

Согласно ПУЭ все потребители электрической энергии делятся на три категории: I категория — к потребителям этой группы относятся те, нарушение электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный материальный ущерб, угрозу для безопасности государства, нарушение сложных технологических процессов и пр. II категория — к этой группе относят электроприёмники, перерыв в питании которых может привести к массовому недоотпуску продукции, простою рабочих, механизмов, промышленного транспорта. III категория — все остальные потребители электроэнергии. Кроме того, в I категории выделена особая группа электроприемников. В особую группу I категории включены электроприемники, «бесперебойная работа которых необходима для безаварийной остановки производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов и пожаров».

Таким образом, кроме неудобств в повседневной жизни человека, длительный перерыв в электропитании может привести к угрозе жизни и безопасности людей, материальному ущербу и другим, не менее серьёзным последствиям. Бесперебойное питание можно реализовать, осуществив электропитание каждого потребителя от двух источников одновременно (для потребителей I категории так и делают), однако подобная схема имеет ряд недостатков:

- Токи короткого замыкания при параллельной работе источников питания гораздо выше, чем при раздельном питании потребителей.
- В питающих трансформаторах выше потери электроэнергии
- Релейная защита сложнее, чем при раздельном питании.
- Необходимость учета перетоков мощности вызывает трудности, связанные с выработкой определенного режима работы системы.
- В некоторых случаях не получается реализовать схему из-за того, что нет возможности осуществить параллельную работу источников питания из-за ранее установленной релейной защиты и оборудования.

В связи с этим возникает необходимость в раздельном электроснабжении и быстрым восстановлении электропитания потребителей. Решение этой задачи и выполняет АВР. АВР может подключить отдельный источник электроэнергии (генератор, аккумуляторную батарею) или включить выключатель, разделяющий сеть, при этом перерыв питания может составлять всего 0.3 — 0.8 секунд.

При проектировании схемы АВР, допускающей включение секционного выключателя, важно учитывать пропускную способность питающего трансформатора и мощность источника энергии, питающих параллельную систему. В противном случае может получиться так, что переключение на питание от параллельной системы выведет из строя и её, так как источник питания не сможет справиться с суммарной нагрузкой обеих систем. В случае если невозможно подобрать такой источник питания, обычно предусматривают такую логику защиты, которая отключит наименее важных потребителей тока обеих систем.

АВР разделяют на:

- АВР одностороннего действия. В таких схемах присутствует одна рабочая секция питающей сети, и одна резервная. В случае потери питания рабочей секции АВР подключит резервную секцию.
- АВР двухстороннего действия. В этой схеме любая из двух линий может быть как рабочей, так и резервной.
- АВР с восстановлением. Если на отключенном вводе вновь появляется напряжение, то с выдержкой времени он включается, а секционный выключатель отключается. Если кратковременная параллельная работа двух источников не допустима, то сначала отключается секционный выключатель, а затем включается вводной. Схема вернулась в исходное состояние.
- АВР без восстановления.

#### **2.4.3 Результаты и выводы:**

Ответить на контрольные вопросы

### **2.5 Практическое занятие №5 ( 2 часа).**

**Тема: «Автоматическое повторное включение в системах электроснабжения»**

#### **2.5.1 Задание для работы:**

*1. Понятие об АПВ*

*2. Схемы АПВ*

#### **2.5.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Рассмотренная выше схема АПВ применяется в случаях, когда в нормальном режиме положение ключа управления выключателем соответствует положению выключателя: выключатель выключен – ключ находится в положении *Включено*; выключатель отключен – ключ в положении *Отключено*. Это, однако, имеет место не всегда. Так, например, на телемеханизированных п/ст без дежурного персонала имеется как местное дистанционное управление, осуществляющее с помощью ключа, установленного на щите управления данного объекта, так и телеуправление, осуществляющее с диспетчерского пункта. При телеуправлении ключ управления, находящийся на самом объекте, остается неизменно в том положении, в которое он был поставлен при последней операции с ним.

Очевидно, что в этом случае схема АПВ, приведенная на рис. 8., неприменима, так как она будет производить повторное включение выключателя при его оперативном отключении через устройство телеуправления. Поэтому на телемеханизированных п/ст для управления выключателем используются ключи управления без фиксации положения типа ПМОВ или МКФ, а для запоминания предыдущей команды управления предусматривается специальные реле фиксации команды.

Применение двукратного АПВ позволяет повысить эффективность этого вида автоматики. Как показывает опыт эксплуатации, успешность действия при втором включении составляет 10–20%, что повышает общий процент успешных действий АПВ до 75–95%. Двукратное АПВ применяют, как правило, на линиях с односторонним питанием и на головных участках кольцевых сетей, где возможна работа в режиме одностороннего питания.

Для наглядности, рассмотрим работу устройства АПВ на примере простой схемы для выключателя 6-ЮкВ с пружинным приводом (например, ПП-67).

При подаче ключом управления КУ команды и включении выключателя, размыкаются блок-контакты В в цепи ЭВ и контакты готовности привода КГП, замыкаются контакты В и КГП в цепи заводки привода и в цепи ЭО, замыкаются блок-контакты БКА. После окончания заводки привода, контакты КГП разрывают цепь заводки и замыкаются в цепи включения – привод готов к АПВ. При отключении выключателя ключом управления КУ, механически отключаются блок-контакты БКА, и схема АПВ не запускается.

При аварийном отключении выключателя от защиты, контакты БКА остаются замкнутыми, замыкаются блок-контакты В в цепи ЭВ, и при введенной накладке Н1 «АПВ», по факту несоответствия положения выключателя и контактов БКА, запускается

реле РВ выдержки времени АПВ. Включения выключателя при этом не происходит, так как сопротивление катушки ЭО значительно меньше, чем обмотки последовательно включенного с ней реле времени РВ, и практически все напряжение прикладывается к обмотке реле. С выдержкой времени АПВ, контакты РВ замыкаются, выкорачивая обмотку реле РВ, и замыкая цепь включения выключателя. При этом, выключатель включается, выпадает блинкер указательного реле РУ «Работа АПВ», реле РВ отпадает, замыкаются контакты В в цепях ЭО, а так же В и КГП в цепи заводки привода, размыкаются блок-контакты В и КГП в цепи ЭВ.

### **2.5.3 Результаты и выводы:**

Ответить на контрольные вопросы

## **2.6 Практическое занятие №6 ( 2 часа).**

**Тема: «Автоматизация систем кондиционирования производственных помещений сельскохозяйственного назначения»**

### **2.6.1 Задание для работы:**

- 1. Методы кондиционирования производственных помещений*
- 2. Обоснование актуальности автоматизации кондиционирования производственных помещений*
- 3. Схемы систем автоматизации кондиционирования*

### **1.6.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Выбор технических средств нормализации микроклиматических параметров воздуха рабочей зоны обусловливается особенностями технологического процесса. Для создания требуемых параметров микроклимата в производственном помещении применяют системы вентиляции и кондиционирования воздуха, а также различные отопительные устройства (рис. 3.1.1.).

**Вентиляцией** называется комплекс взаимосвязанных устройств и процессов для создания требуемого воздухообмена в производственных помещениях. В зависимости от способа перемещения воздуха в производственных помещениях вентиляция делится на естественную и искусственную (механическую). Применение вентиляции обосновывается расчетами в которых учитываются: температура, влажность воздуха, концентрации выделяемых вредных веществ, величина избытка тепла. Если в помещении нет вредных выделений, то вентиляция должна обеспечивать воздухообмен не менее  $30\text{m}^3/\text{час}$  на каждого работающего (для помещений с объёмом до  $20\text{m}^3$  на одного работающего). Рассмотрим основные виды вентиляции, применяемые для нормализации основных микроклиматических параметров.

По способу перемещения воздуха вентиляция может быть как естественной, так и с механическим побуждением, возможно также сочетание этих двух способов. **Естественная вентиляция** производственных помещений самый дешевый вид вентиляции, поскольку осуществляется за счет:

- разности температур в помещении и наружного воздуха (тепловой напор);
- действия ветра (ветровой напор).

Основной её недостаток заключается в том, что и приточный и удаляемый из помещения воздух не проходит предварительной очистки, что может стать источником загрязнения воздуха как внутри помещения, так и вне его. Естественная вентиляция может быть организованной и неорганизованной (рис.3.1.2). В помещениях небольшого объема и в помещениях, расположенных в многоэтажных производственных зданиях применяют канальную аэрацию, при которой загрязненный воздух удаляется через вентиляционные каналы в стенах. Для усиления вытяжки на выходе из каналов на крыше здания устанавливают дефлекторы – устройства, создающие тягу при обдувании их ветром. При этом поток воздуха, ударяясь о дефлектор и обтекая его, создает вокруг него разрежение, обеспечивающее подсос воздуха из канала.

### **Автоматизация систем кондиционирования воздуха**

Кондиционером можно управлять либо непосредственно с панели управления, расположенной на корпусе внутреннего блока, либо с помощью дистанционного, как правило, инфракрасного пульта управления

С пульта можно установить следующие режимы работы:

- обогрев, охлаждение, вентиляция, осушение воздуха;
- один из нескольких (как правило, трех) скоростных режимов вентилятора;
- автоматическое регулирование положения жалюзи (воздухораспределительной решетки), изменяющего направление воздушного потока;
- автоматическое поддержание заданной с пульта температуры помещения.

Автоматизация системы кондиционирования определяется функциями управления, реализованными в каждом из ее блоков, что позволяет говорить о многовариантности решения задач управления.

Наружный компрессорно-конденсаторный блок управляется микропроцессорным модулем. Подключенные к нему реле защиты по низкому и высокому давлению и тепловое реле для вентилятора охлаждения конденсатора обеспечивают ему надежную защиту при работе системы.

Чиллеры оснащаются комплексной системой автоматики, облегчающей реализацию всех функций этого довольно сложного и функционально насыщенного оборудования в полной мере.

Многие модификации чиллеров имеют четырехходовой клапан, позволяющий инвертировать холодильный цикл и осуществлять его работу не только в режиме охлаждения, но и в режиме функционирования теплового насоса.

Автоматика крышного кондиционера обычно включает в себя стандартные электрические компоненты: автоматические выключатели сети и вспомогательной цепи, а также пусковые устройства компрессоров, нагревателей и вентиляторов.

Крышные кондиционеры, как правило, оборудуются микропроцессорной системой управления, важными элементами которой являются регулятор температуры обработанного воздуха, реле задержки и средства защиты компрессоров, система диагностики, порт подключения дистанционного управления.

При секционной сборке центрального кондиционера автоматика монтируется по специальному проекту из отдельных элементов.

### **2.6.3 Результаты и выводы:**

Ответить на контрольные вопросы

## **2.7 Практическое занятие №7 ( 2 часа).**

**Тема: «Программируемые контроллеры»**

### **2.7.1 Задание для работы:**

- 1. Понятие о контроллерах*
- 2. Программируемы контроллеры*
- 3. ПО для программирования контроллеров*

### **2.7.2 Краткое описание проводимого занятия:**

Слово "контроллер" произошло от английского " control" (управление), а не от русского "контроль" (учет, проверка). Контроллером в системах автоматизации называют устройство, выполняющее управление физическими процессами по записанному в него алгоритму, с использованием информации, получаемой от датчиков и выводимой в исполнительные устройства.

Первые контроллеры появились на рубеже 60-х и 70-х годов в автомобильной промышленности, где использовались для автоматизации сборочных линий. В то время компьютеры стоили чрезвычайно дорого, поэтому контроллеры строились на жесткой логике (программировались аппаратно), что было гораздо дешевле. Однако перенастройка

с одной технологической линии на другую требовала фактически изготовления нового контроллера. Поэтому появились контроллеры, алгоритм работы которых мог быть изменен несколько проще - с помощью схемы соединений реле. Такие контроллеры получили название программируемых логических контроллеров (ПЛК), и этот термин сохранился до настоящего времени. Везде ниже термины "контроллер" и "ПЛК" мы будем употреблять как синонимы.

Немного позже появились ПЛК, которые можно было программировать на машинно-ориентированном языке, что было проще конструктивно, но требовало участия специально обученного программиста для внесения даже незначительных изменений в алгоритм управления. С этого момента началась борьба за упрощение процесса программирования ПЛК, которая привела сначала к созданию языков высокого уровня, затем - специализированных языков визуального программирования, похожих на язык релейной логики. В настоящее время этот процесс завершился созданием международного стандарта IEC (МЭК) 1131-3 который позже был переименован в МЭК 61131-3 [IEC]. Стандарт МЭК 61131-3 поддерживает пять языков технологического программирования что исключает необходимость привлечения профессиональных программистов при построении систем с контроллерами, оставляя для них решение нестандартных задач.

В связи с тем, что способ программирования является наиболее существенным классифицирующим признаком контроллера, понятие "ПЛК" все реже используется для обозначения управляющих контроллеров, которые не поддерживают технологические языки программирования.

С чего начиналась промышленная автоматика? А начиналось все с контактно-релейных схем управления промышленными процессами. Кроме жуткого «шелестения», контактно релейные схемы имели фиксированную логику работы, и в случае изменения алгоритма, необходимо основательно переделать монтажную схему

Бурное развитие микропроцессорной техники, привели к созданию систем управления технологическими процессами на базе промышленных контроллеров. Но это не означает, что реле изжили себя, у них просто своя ниша для применения.

**ПЛК – программируемый логический контроллер**, представляют собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.



Принцип работы ПЛК несколько отличается от «обычных» микропроцессорных устройств. Программное обеспечение универсальных контроллеров состоит из двух частей. Первая часть это системное программное обеспечение. Проводя аналогию с компьютером можно сказать, что это операционная система, т.е. управляет работой узлов контроллера, взаимосвязи составляющих частей, внутренней диагностикой. Системное программное обеспечение ПЛК расположено в постоянной памяти центрального процессора и всегда готово к работе. По включению питания, ПЛК готов взять на себя управление системой уже через несколько миллисекунд. ПЛК работают циклически по методу периодического опроса входных данных. Рабочий цикл ПЛК включает 4 фазы:

1. Опрос входов
2. Выполнение пользовательской программы
3. Установку значений выходов
4. Некоторые вспомогательные операции (диагностика, подготовка данных для отладчика, визуализации и т. д.).

Выполнение 1 фазы обеспечивается системным программным обеспечением. После чего управление передается прикладной программе, той программе, которую вы сами записали в память, по этой программе контроллер делает то что вы пожелаете, а по ее завершению управление опять передается системному уровню. За счет этого обеспечивается максимальная простота построения прикладной программы – ее создатель не должен знать, как производится управление аппаратными ресурсами. Необходимо знать с какого входа приходит сигнал и как на него реагировать на выхода

### 2.7.3 Результаты и выводы:

Ответить на контрольные вопросы