

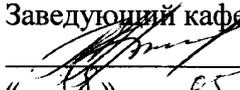
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 / Молчанов А.В./

« 18 » 05 2018 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина

**ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки

**35.03.07 Технология производства и
переработки сельскохозяйственной продукции**

Профиль подготовки /
специализация /

Технология пищевых производств в АПК

Квалификация
(степень)
выпускника

Бакалавр

Нормативный срок
обучения

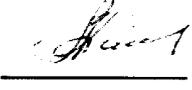
4 года

Кафедра-разработчик

**Технология производства и переработки
продукции животноводства**

Ведущий преподаватель

Алейников А.К., доцент

Разработчик(и):, Алейников А.К., доцент. 

Саратов 2018

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	3
2	Темы, выносимые на самостоятельное изучения	3
2.1	Тема 1 Основные понятия об измерениях и измерительных устройствах.	3
2.2	Тема 2 Системы автоматического регулирования.....	7
2.3	Тема 3 Приборы для измерения технологических параметров	10
2.4	Тема 4 Автоматизированные системы управления технологическими процессами	13

1. Введение

Данные методические указания предназначены для изучения вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение дисциплины «Основы автоматизации технологических процессов» и направлены на изучение разделов, не вошедших в аудиторное время изучения предмета. Методические указания позволяют студенту правильно организовать процесс самостоятельного изучения дисциплины, лучше ориентироваться в вопросах, дополняющих и углубляющих основной материал. В соответствии с рабочей программой, на самостоятельную работу вынесена подготовка к лабораторным занятиям, сдаче рубежных контролей. Критерием устного ответа служит пятибальная шкала. Вопросы по темам, предназначенные для самостоятельного изучения включены в рубежный и итоговый контроль знаний.

2. Темы, выносимые на самостоятельное изучение

Тема 1 «Основные понятия об измерениях и измерительных устройствах»

1.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме «Основные понятия об измерениях и измерительных устройствах»:

1. Применение микропроцессорных устройств в автоматизированной технике измерений.

2. Погрешности измерений и измерительных приборов.

3. Основные понятия метрологии. Виды и методы измерений.

1.2 Методические рекомендации.

Отвечая на первый вопрос, необходимо дать определение микропроцессорных устройств, применяемых при автоматизации технологических процессов, привести структурную схему микропроцессорных устройств с описанием назначения ее составных частей.

Отвечая на второй вопрос необходимо дать определение погрешности измерения, привести классификацию погрешностей по виду и характеру появления.

Отвечая на третий вопрос необходимо дать основные определения метрологических понятий и терминов, определение физической величины, единиц размерности, видов и методов измерений

1.3 Список литературы:

а) основная литература

1. Системы управления химико-технологическими процессами / Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. - 416 с.
2. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП.– Саратов: - СГАУ, 2009.
3. Беспалов А.В.. Системы управления химико-технологическими процессами. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.-690 с.
4. Лабораторный практикум по дисциплине АСУТП / Решетняк Е.П., Алейников А.К. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 64с
5. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП.– Саратов: - СГАУ, 2009.

б) дополнительная литература

1. Алейников А.К., Киселев В.А., Решетняк Е.П. Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» Методическое пособие для студентов спец.:260303,260301.-Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»,2006.-64с.

2. Алейников А.К., Борщевский А.С. АСУ ТП. Методические указания по курсовому проектированию для студентов спец. 260301-технология мяса и мясных продуктов, 260303-технология молока и молочных продуктов, ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2006.-72с
3. Кожевников М.М., Никулин В.И. Технические средства АСУТП для пищевой промышленности: Справочное пособие по курсу «Автоматика, автоматизация и АСУТП» для студентов технологических специальностей пищевой промышленности. – Могилев: УО МГУП, 2008. – 95с.

1.4 Основные понятия / термины

Микропроцессорный контроллер (МК) представляет собой специализированное компьютерное устройство, обрабатывающее информацию в цифровом виде. В состав МК входят неизменный базовый комплект БК, проектно-комплектуемый комплект ПКК и панель оператора ПО.

Обмен информацией между ними осуществляется посредством внутрисистемной магистрали ВСМ. Базовый комплект БК включает процессор ПР, постоянную память ПЗУ, предназначенную для хранения программ, и оперативную память ОЗУ - для хранения числовых данных.

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Измерение — это нахождение значения физической величины с помощью специальных технических средств;

Единство измерений — это состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью.

Точность измерений — это качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины.

Измерительная информация — это сигнал измерительной информации о значениях измеряемых физических величин, функционально связанных с измеряемой физической величиной.

Средство измерений — техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

Измерительный прибор — средство измерений, предназначенное для выработки измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Физическая величина (или просто величина) — это свойство, общее в качественном отношении многим объектам (системам, их состояниям и происходящим в них процессам), но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта.

Единица физической величины — это физическая величина, которой по определению придано значение, равное единице.

Основное уравнение измерения имеет вид

$$Q = A \times n$$

где Q — значение физической величины;

n — размер физической величины;

A — единица физической величины.

По способу получения результата измерения подразделяются на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямое измерение – измерение, при котором искомое значение величины находят

непосредственно из опытных данных.

Косвенное измерение - измерение, при котором искомое значение величины находят на основании зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми, прямым измерениям.

Принцип измерений – совокупность физических явлений, на которых основаны измерения.

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

Средство измерений – техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические свойства.

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера.

Измерительный прибор – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Аналоговый измерительный прибор – измерительный прибор, показания которого являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины.

Цифровой измерительный прибор – измерительный прибор, автоматически вырабатывающий дискретные сигналы измерительной информации, показания которого представлены в цифровой форме.

Показывающий измерительный прибор – измерительный прибор, допускающий только отсчитывание показаний.

Показания средства измерений – измерение величины, определяемое по отсчетному устройству и выраженное в принятых единицах этой величины.

Градуировочная характеристика средства измерений – зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений, составленная в виде таблицы, графика или формулы.

Диапазон показаний – область значений шкалы, ограниченная конечными и начальными значениями шкалы.

Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений.

Предел измерений – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений.

Чувствительность измерительного прибора – отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Результат любого измерения отличается от истинного значения измеряемой величины на некоторое значение, зависящее от точности методов и средств измерения, квалификации оператора, производящего измерения, условий, при которых они осуществляются. Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой **величины называется погрешностью измерения:**

- 1) случайные погрешности;
- 2) промахи;
- 3) систематические.

Виды погрешностей:

- 1) абсолютные: $\Delta X = X - X_0$,

где X - измеренное значение параметра, X_0 - истинное значение;

Абсолютная погрешность измерения – погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_0} 100\%$$

2) **относительные:** (выраженные в %-ах);

Относительная погрешность измерения – отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может быть выражена в процентах.

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_{\max} - X_{\min}} 100\%$$

3) **приведенные:**

где X_{\min} и X_{\max} - минимальное и максимальное значения измеряемой величины.

Максимальная приведенная погрешность называется **классом точности:**

$$\gamma = \frac{\Delta X_{\max}}{X_{\max} - X_{\min}} 100\%$$

В зависимости от характера проявления погрешности измерений подразделяются на систематические, случайные и грубые (промахи).

Систематические погрешности – это погрешности, которые остаются постоянными или закономерно изменяются при повторных измерениях одной и той же величины. Такие погрешности могут возникать, например, при постепенном уменьшении силы рабочего тока в цепи электроизмерительного потенциометра. К систематическим относятся также погрешности метода измерения, инструментальная погрешность, погрешность отсчитывания, погрешность интерполяции и т.д. Систематические погрешности неизбежны, однако влияние их можно исключить, за счет введения дополнительных поправок.

Случайными называют погрешности, не подчиняющиеся какой-либо известной зависимости. Они возникают в результате влияния на процесс измерения случайных факторов (вибрации, электромагнитных полей и т.д.). Случайные погрешности всегда присутствуют в эксперименте; они в равной степени могут быть как положительными, так и отрицательными. Для учета влияния случайных погрешностей на результат измерения одну и ту же величину измеряют многократно.

Грубые погрешности возникают при нарушении правил пользования приборами, невнимательности экспериментатора и т.д., т.е. это те погрешности, которые имеют эпизодический характер и по своему абсолютному значению приближаются к измеряемой величине.

1.5 Дополнительные вопросы и задания

1. Из каких составных частей состоит микропроцессорный контроллер.
2. Какие функции выполняет аналого-цифровой преобразователь.
3. Для каких целей используется цифро-аналоговый преобразователь.
4. Какие законы регулирования можно реализовывать на микропроцессорных контроллерах.
5. Погрешности измерений и измерительных приборов.
6. Государственная система приборов (ГСП).
7. Средства измерений и их основные элементы.
8. Структура измерительных систем для прямых измерений

Тема 2 «Системы автоматического регулирования»

2.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме «Системы автоматического регулирования»

1. Структурная схема и принцип действия автоматической системы регулирования построенной по комбинированному принципу.
2. Типовые звенья АСР и их характеристики (усилительное, запаздывания).
3. Понятие о статических, астатических и неустойчивых объектах и их свойства (емкость, самовыравнивание, постоянная времени, время разгона, коэффициент усиления).
4. Типовые законы регулирования - пропорционально-дифференциальный (ПД-регулятор)
5. Выбор закона регулирования и приближенные методы расчета параметров настройки регуляторов.

2.2 Методические рекомендации

Отвечая на первый вопрос, необходимо дать определение понятия автоматическое регулирование, привести рисунок структурной схемы АСР, построенной по комбинированному принципу, привести достоинства и недостатки принципа регулирования.

Отвечая на второй вопрос необходимо привести уравнения динамики типового звена, передаточную функцию, переходную характеристику

Отвечая на третий вопрос, необходимо дать определение, характеристику статического, астатического и неустойчивого объекта регулирования.

Отвечая на четвертый вопрос, необходимо привести уравнение динамики ПД регулятора, передаточную функцию, указать количество настроек регулятора и достоинства закона регулирования.

Отвечая на пятый вопрос требуется привести инженерную методику выбора закона регулирования и расчета настроек регулятора.

2.3 Список литературы:

а) основная литература

1. Системы управления химико-технологическими процессами / Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. - 416 с.
2. Краснов А.Е., Злобин Л.А., Злобин Д.Л. Цифровые системы управления в пищевой промышленности. М.: «Высшая школа», 2007. - 671 с.
3. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП.– Саратов: - СГАУ, 2009.
4. Беспалов А.В.. Системы управления химико-технологическими процессами. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.-690 с.
5. Лабораторный практикум по дисциплине АСУТП / Решетняк Е.П., Алейников А.К. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 64с
6. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП.– Саратов: - СГАУ, 2009.

б) дополнительная литература

1. Алейников А.К., Киселев В.А., Решетняк Е.П. Руководство к выполнению курсового проекта по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» Методическое пособие для студентов спец.:260303,260301.-Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»,2006.-44с.

2. Алейников А.К., Киселев В.А., Решетняк Е.П. Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» Методическое пособие для студентов спец.:260303,260301.-Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»,2006.-64с.
3. Алейников А.К., Борщевский А.С. АСУ ТП. Методические указания по курсовому проектированию для студентов спец. 260301-технология мяса и мясных продуктов, 260303-технология молока и молочных продуктов, ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов,2006.-72с

2.4 Основные понятия / термины

Временные характеристики звеньев САУ

С момента воздействия $x(t)$ на вход системы, управляемая величина $y(t)$ начинает изменяться. Процесс, происходящий в это время, называют переходным. Аналитическая зависимость $y(t)$, описывающая переходной процесс, называется переходной функцией.

Переходной процесс обуславливается внутренними свойствами системы и видом воздействия. Чтобы иметь возможность сравнивать переходные процессы разных систем, принято оказывать воздействие в виде единичной ступенчатой функции при нулевых начальных условиях. Переходную функцию обозначают $h(t)$.

Первую производную от переходной функции называют весовой функцией и обозначают $w(t)$.

Усилительное звено

- 1) Передаточная функция и уравнение усилительного звена:

$$W(p) = k, \quad x(t) = ky(t),$$

где параметр **k** называется коэффициентом усиления звена.

- 2) Переходная и весовая функция звена имеют вид:

$$h(t) = k1(t), \quad g(t) = \frac{dh(t)}{dt} = k\delta(t).$$

Показатели качества переходной функции усилительного звена: перерегулирование $\sigma = 0$ и время регулирования $tr = 0$.

Запаздывание в САУ

Существуют передающие звенья в САУ (трубопроводы в гидравлических системах, электрические длинные линии, транспортеры, реле как усилитель), которые аналогично усилительным звеньям воспроизводят входные сигналы без искажения за исключением того, что все значения выходного сигнала запаздывают на время τ по отношению к входному сигналу:

$$y(t) = k \cdot x(t - \tau), \quad y(t) = 0 \quad \forall t < \tau.$$

Указанные свойства моделируются в САУ введением звена запаздывания. Переходная и весовая функции звена запаздывания имеют вид:

$$h(t) = k \cdot 1(t - \tau), \quad g(t) = k \cdot \delta(t - \tau).$$

Нетрудно показать, что передаточная функция звена запаздывания будет иметь вид:

$$W(p) = k \cdot e^{-p\tau}.$$

Самовыравниванием называют свойство объекта самостоятельно (без участия регулятора) восстанавливать нарушенное равновесие притока вещества или энергии со стоком, в результате чего после некоторого времени (времени переходного процесса) выходная переменная Y объекта вновь принимает установившееся значение, не обязательно прежнее (рис. 1а). Объекты с самовыравниванием называют еще статическими объектами. Самовыравнивание является положительным свойством т. к.

облегчает работу регулятора. Такие объекты в статическом режиме имеют установившееся значение выходной величины $Y_{уст}$.

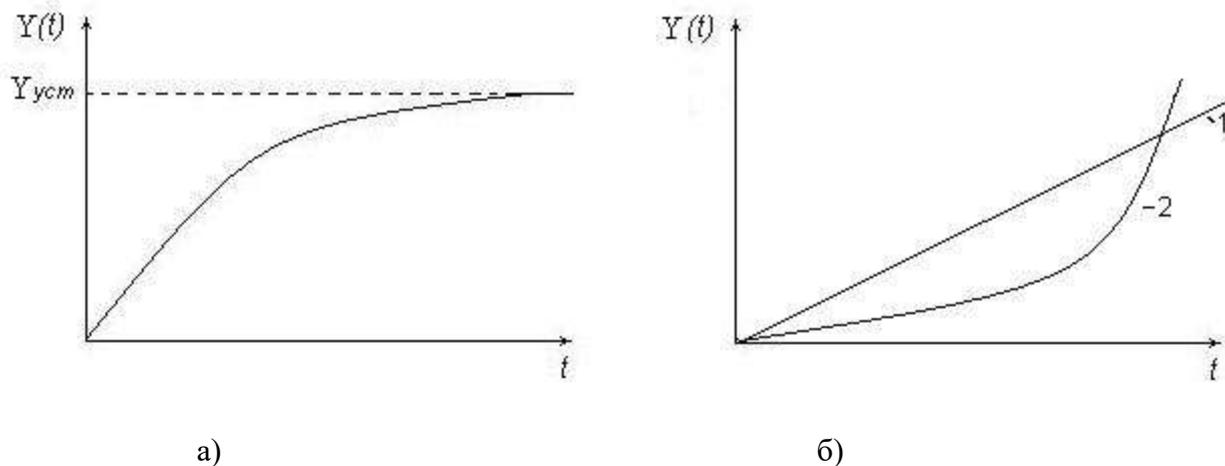


Рис. 1. Переходные функции объектов:

а- переходная функция статического объекта; б- переходные функции астатических объектов, линейный объект (прямая 1) и нелинейный (кривая 2).

К **астатическим** относятся объекты, в которых при постоянном воздействии регулируемая величина Y непрерывно изменяется и не имеет при этом установившегося значения (рис. 1б). В отдельных случаях выходная величина может изменяться по линейному закону (линия 1) а в некоторых - по нелинейному (кривая 2). Другими словами астатические объекты не обладают свойством самовыравнивания.

Вид переходной характеристики зависит и от другого свойства объекта - ёмкости. **Ёмкость** - это способность объекта в процессе работы накапливать или исчерпывать вещество или энергию. Ёмкость является аккумулярующей способностью объекта. Ее физическая сущность различна в зависимости от характера объекта и происходящего в нем процесса. К примеру, для тепловых объектов емкостью является их теплоемкость. Различают одноемкостные, двухемкостные и многоемкостные объекты.

Пропорционально-дифференциальный (ПД) закон регулирования

ПД - управление (пропорционально - дифференциальное) осуществляется по зависимости:

$$u(t) = k_1 \varepsilon(t) + k_2 \dot{\varepsilon}(t).$$

Для разрешения противоречия между устойчивостью и точностью в закон управления вводят производную от регулируемой величины.

Выбор закона регулирования

Предварительно, перед выбором вида регулятора выбирают канал регулирования, исходя из следующих соображений:

-из всех возможных каналов регулирования выбирают самый чувствительный, т.е. такой по которому, минимальное значение регулирующего воздействия вызывает максимальное изменение регулируемой величины;

-допустимый диапазон изменения регулирующего воздействия должен обеспечивать компенсацию максимально возможных возмущений, вызывающих изменение регулируемого параметра;

-время запаздывания τ_3 и отношение τ_3/T по выбранному каналу должны быть наименьшими;

После того как канал регулирования выбран, к нему подбирается вид регулятора. Как известно, используются такие виды, как непрерывный, релейный (двухпозиционный) и импульсный. Выбор осуществляется в зависимости от значения величины отношения τ_3/T . Так при $0,2 < \tau_3/T < 1$ выбирают регулятор непрерывного действия, при $\tau_3/T < 0,2$ - регулятор релейного действия, а при $\tau_3/T > 1$ - регулятор импульсного действия.

2.5 Дополнительные вопросы и задания

1. Приведите структурную схему АСР, построенную по комбинированному принципу регулирования.
2. Приведите передаточную функцию звена запаздывания и пропорционального звена.
3. Дайте определение понятиям: емкость объекта; самовыравнивание, постоянная времени, коэффициент усиления.
4. Приведите передаточную функцию ПД-регулятора.
5. Поясните методику выбора регулятора.

Тема 3. Приборы для измерения технологических параметров

3.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме «Приборы для измерения технологических параметров»

1. Манометрические термометры. Термометры расширения.
2. Жидкостные манометры (одно-, двухтрубные, поплавковые).
3. Вискозиметры.
4. Газоанализаторы.
5. Анализаторы состава жидкостей кондуктометрические,

3.2 Методические рекомендации

Отвечая на первый вопрос, следует объяснить принцип работы манометрического термометра и термометров расширения.

Отвечая на второй вопрос, следует объяснить принцип действия жидкостных манометров.

Отвечая на третий вопрос, следует пояснить принципы действия вискозиметров.

Отвечая на четвертый вопрос, следует пояснить принципы действия существующих газоанализаторов.

Отвечая на пятый вопрос, следует пояснить принцип действия анализатора состава жидкостей кондуктометрического.

3.3 Список литературы:

а) основная литература

1. Системы управления химико-технологическими процессами / Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. - 416 с.
2. Краснов А.Е., Злобин Л.А., Злобин Д.Л. Цифровые системы управления в пищевой промышленности. М.: «Высшая школа», 2007. - 671 с.
3. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП. – Саратов: - СГАУ, 2009.
4. Беспалов А.В. Системы управления химико-технологическими процессами. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.-690 с.
5. Лабораторный практикум по дисциплине АСУТП / Решетняк Е.П., Алейников А.К. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 64с
6. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП. – Саратов: - СГАУ, 2009.

б) дополнительная литература

1. Алейников А.К., Киселев В.А., Решетняк Е.П. Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» Методическое пособие для студентов спец.:260303,260301.-Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»,2006.-64с.
2. Функциональные схемы автоматизации оборудования по переработке молока. Ч1: Учебное пособие для студентов специальности 260303 – «Технология молока и молочных продуктов» / Е.П. Решетняк, А.К. Алейников, Е.В. Полукаров; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 104 с.
3. Кожевников М.М., Никулин В.И. Технические средства АСУТП для пищевой промышленности: Справочное пособие по курсу «Автоматика, автоматизация и АСУТП» для студентов технологических специальностей пищевой промышленности. – Могилев: УО МГУП, 2008. – 95с.

3.4 Основные понятия и определения

Термометры расширения

Принцип действия термометров расширения основан на свойстве тел под действием температуры изменять объем, а следовательно, и линейные размеры. Термометры расширения разделяются на жидкостные стеклянные и механические (дилатометрические и биметаллические).

К дилатометрическим термометрам относятся стержневой и пластинчатый (биметаллический) термометры, действие которых основано на относительном удлинении под влиянием температуры двух твердых тел, имеющих различные температурные коэффициенты линейного расширения.

Зависимость длины l твердого тела от его температуры t выражается равенством

$$l = l_0 (1 + \alpha t)$$

где l_0 - длина тела при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; α - средний температурный коэффициент линейного расширения тела, K^{-1} .

Дилатометрическими и биметаллическими термометрами измеряется температура в пределах от -150 до $+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ (погрешность $1\text{--}2,5\%$).

Манометрические термометры

Действие манометрических термометров основано на зависимости давления жидкости, газа или пара с жидкостью в замкнутом объеме (термосистеме) от температуры. Указанные термометры являются промышленными показывающими и самопишущими приборами, предназначенными для измерения температуры в диапазоне до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Класс точности их $1 - 2,5$. В зависимости от заключенного в термосистеме рабочего вещества манометрические термометры разделяются на газовые, жидкостные и конденсационные. Выбор рабочего вещества производится исходя из заданного диапазона показаний и условий измерения.

Жидкостные манометры

В этих приборах величиной, характеризующей измеряемое давление, служит видимая высота столба (уровень) уравнивающей жидкости в стеклянной измерительной трубке. К приборам этого вида относятся однотрубные (чашечные) и двухтрубные (U-образные) манометры.

В этих манометрах в качестве уравнивающей жидкости используются ртуть, дистиллированная вода или этиловый спирт. Наиболее часто применяется двухтрубный манометр состоящий из стеклянных измерительных трубок и соединенных внизу и укрепленных на вертикальном основании. Между трубками помещена миллиметровая шкала с нулевой отметкой посередине.

Измерительные трубки заполняются уравнивающей жидкостью до нулевой отметки шкалы. Трубка 1 сообщается резиновой трубкой с измеряемой средой, находящейся под абсолютным давлением $P_{абс}$, а трубка 2 - с атмосферой, имеющей

давление $P_{атм}$. Обычно трубка 1, связанная со средой большего давления, обозначается знаком + (плюсовая трубка), а трубка 2,

связанная со средой меньшего давления, знаком - (минусовая трубка). Легко показать, что избыточное давление

$$P_{изб} = \rho g h.$$

Передаточная функция жидкостных манометров

$$W(p) = \frac{h(p)}{P_{изб}(p)} = \frac{k}{T_1^2 p^2 + T_2 p + I}.$$

Капиллярные вискозиметры

Вязкость жидкостей характеризуется динамическим коэффициентом вязкости — величиной, равной отношению силы внутреннего трения, которая действует на поверхности слоя жидкости при градиенте скорости, равном единице, к площади этого слоя. Для измерения вязкости служат вискозиметры.

Их действие основано на использовании закона Пуазейля для истечения жидкости из капиллярных трубок:

$$Q = \frac{\pi d^4}{\mu l} \Delta P,$$

где Q - объемный расход жидкости, вытекающей из трубки, м³ с⁻¹; d - диаметр трубки, м; μ - динамический коэффициент вязкости жидкости, Па с; l - длина трубки, м; ΔP - разность давлений между концами трубки, Па.

В капиллярном вискозиметре постоянство значения расхода обеспечивается шестеренным насосом. Анализируемая жидкость проходит через капиллярную трубку диаметром d и длиной l . Перепад давления между входом и выходом трубки измеряется чувствительным дифференциальным манометром, отградуированным в единицах вязкости.

Ротационные вискозиметры

Принцип их действия основан на измерении моментов сопротивления или крутящих моментов, передаваемых анализируемой жидкостью чувствительному элементу, которые являются функцией вязкости жидкости. Чаще других применяются

приборы с коаксиальными цилиндрами, вращающимися телами и вращающимися параллельными дисками, погружаемыми в анализируемую жидкость.

Измерение состава и физико-химических свойств веществ

В физических газоанализаторах для анализа компонента в газовой смеси используют теплопроводность, магнитную восприимчивость, тепловой эффект реакции. Принцип действия кондуктометрических газоанализаторов основан на зависимости теплопроводности газовой смеси от концентрации определяемого компонента. Измерив теплопроводность бинарной смеси и зная теплопроводность чистых компонентов, можно вычислить концентрации компонентов смеси. Действие оптико-акустических газоанализаторов основано на способности определяемого газа поглощать инфракрасное излучение. Принцип действия кондуктометрического анализатора жидкостей основан на зависимости удельной электрической проводимости раствора от количества и природы содержащихся в растворе веществ. Потенциометрический метод основан на измерении электродных потенциалов, функционально связанных с концентрацией определяемого вещества в растворе.

3.5 Дополнительные вопросы и задания

1. Принцип действия термометров расширения.
2. Принцип действия манометрических термометров.
3. Принцип действия и конструкция жидкостных манометров.
4. Классификация и принцип действия приборов для измерения вязкости.
5. Принцип действия термокондуктометрических газоанализаторов.
6. Принцип действия приборов для измерения концентрации растворов.

Тема 4. Автоматизированные системы управления технологическими процессами.

4.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме "Автоматизированные системы управления технологическими процессами"

1. Понятие об автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУ ТП)
2. Микропроцессорные средства обработки информации и управления для АСУ ТП. Управляющие ЭВМ
3. Способы и методика построения графических условных обозначений на ФСА.

4.2 Методические рекомендации

Отвечая на первый вопрос необходимо дать определение автоматизированной системы управления технологическими процессами, перечислить основные функции АСУ ТП, дать классификацию АСУ ТП, перечислить составные части АСУ ТП.

Отвечая на второй вопрос необходимо пояснить роль и место микропроцессорных устройств управления в составе АСУ ТП.

Отвечая на третий вопрос требуется пояснить способы изображения элементов автоматики на функциональных схемах автоматизации в соответствии с ГОСТом.

4.3 Список литературы:

а) основная литература

1. Системы управления химико-технологическими процессами / Решетняк Е.П., Алейников А.К., Комиссаров А.В. - Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. - 416 с.
2. Краснов А.Е., Злобин Л.А., Злобин Д.Л. Цифровые системы управления в пищевой промышленности. М.: «Высшая школа», 2007. - 671 с.
3. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП.– Саратов: - СГАУ, 2009.
4. Беспалов А.В.. Системы управления химико-технологическими процессами. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.-690 с.
5. Решетняк Е.П. Электронный конспект лекций по дисциплине АСУТП.– Саратов: - СГАУ, 2009.

б) дополнительная литература

1. Алейников А.К., Киселев В.А., Решетняк Е.П. Руководство к выполнению курсового проекта по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами» Методическое пособие для студентов спец.:260303,260301.-Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»,2006.-44с.
2. Алейников А.К., Борщевский А.С. АСУ ТП. Методические указания по курсовому проектированию для студентов спец. 260301-технология мяса и мясных продуктов, 260303-технология молока и молочных продуктов, ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов,2006.-72с
3. Функциональные схемы автоматизации оборудования по переработке молока. Ч1: Учебное пособие для студентов специальности 260303 – «Технология молока и молочных

продуктов» / Е.П. Решетняк, А.К. Алейников, Е.В. Полукаров; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 104 с.

4.4 Основные понятия

АСУТП это совокупность аппаратных средств и их программного обеспечения, предназначенных для управления технологическими объектами, которая обеспечивает оптимальный уровень автоматизации сбора, накопления и переработки информации и формирование таких управляющих воздействий на исполнительные устройства, что работа управляемого объекта происходит в оптимальном режиме. Основным назначением АСУТП является оптимизация технологических процессов в соответствии с заданным критерием эффективности.

В зависимости от имеющихся возможностей достижения оптимального режима, в АСУТП применяются следующие приемы управления технологическими процессами:

- Стабилизация заданных значений параметров техпроцесса при различных возмущениях. Примером такой стабилизации может служить стабилизация линейной скорости шлифования при уменьшении диаметра шлифовального круга.
- Изменение параметров техпроцесса по заранее подготовленной на специальном программном носителе программе, включая управление технологическим циклом. Такие АСУТП относятся к классу систем программного управления (СПУ). Реализация программного управления, наряду со стабилизацией контролируемых параметров, присуща всем АСУТП, особенно в станках с ЧПУ, лифтовых подъемниках, роботах-манипуляторах и др.

Автоматическая оптимизация техпроцесса во время выполнения заданной производственной программы и в соответствии с заданным критерием эффективности (целевой функцией). Типичными процессами, нуждающимися в автоматической оптимизации, являются раскрой материалов из заготовок со значительным разбросом габаритов и составление оптимальных смесей из исходных веществ со значительным разбросом по составу. Управляющие устройства АСУТП строятся на базе средств микропроцессорной вычислительной техники и являются по существу управляющими вычислительными машинами (УВМ). Управляющая вычислительная машина (УВМ) – это управляющее устройство, построенное на базе микро-ЭВМ.

Специфическими устройствами, отличающимися УВМ от обычных ЭВМ, являются устройства связи с ТО (УСО) и модули обработки технологической информации (МОТИ).

УСО – это модули прямой связи управления. Они преобразуют приходящие с процессора управляющие сигналы, чтобы согласовать их с входными цепями ТО, в то время как МОТИ преобразуют приходящие с ТО сигналы обратной связи (сигналы Y) о параметрах ТО. Если рассматриваемая УВМ является для данного ТО центральной, то она управляет входящими в состав ТО локальными УВМ. В таком случае и УСО, и МОТИ, состоят из стандартных УВВ, объединяющих все УВМ данной АСУТП в информационную и управляющую локальную сеть. Если же рассматривать УВМ, показанную на рис.1.2, как локальную, то УСО должны обеспечивать согласование управляющих сигналов УВМ со входными цепями различных дискретных цифровых и непрерывных (аналоговых) управляющих устройств нижнего уровня управления, на котором обычно производится управление электроприводами.

Основные функции модулей УСО в составе ЛУВМ таковы:

- усиление управляющих сигналов с соответствующим преобразованием их по уровню и по виду;
- преобразование кодов цифровых управляющих сигналов (параллельного кода в последовательный и др.);

- цифро-аналоговое преобразование сигналов перед подачей их на аналоговые управляющие устройства;
- потенциальное разделение цепей управления.

Что касается МОТИ, то в ЛУВМ они должны совершить обратное преобразование сигналов обратной связи, идущих от управляющих устройств нижнего уровня управления и от технологического оборудования, к виду, приемлемому для системы сигналов, циркулирующих в УВМ. МОТИ производят:

- согласование уровней дискретных сигналов обратной связи и УВМ;
- аналого-цифровое преобразование аналоговых сигналов обратной связи, поступающих от аналоговых управляющих устройств и исполнительных механизмов;
- преобразование кодов цифровых сигналов обратной связи (последовательного в параллельный и др.);
- потенциальное разделение цепей управления.

В качестве примеров преобразования выходных сигналов УВМ приведем преобразование дискретного управляющего сигнала уровня до 5 В и до 5 мА тока (но предназначенного для включения контактора переменного тока) в переменное напряжение 110 В с током до 2 А, а также преобразование цифрового сигнала, предназначенного для управления электроприводом, в стандартное задающее напряжение в пределах 0 – 10 В. Примером преобразования сигналов обратной связи может служить преобразование сигналов конечных выключателей, переключающих постоянное напряжение 24 В, в стандартный сигнал УВМ напряжением до 5 В. Таким же примером может быть счет импульсов датчиков перемещения, в результате которого величина перемещения фиксируется в УВМ в виде числа отсчитанных импульсов.

Устройства УСО и МОТИ выполняются в виде модульных конструкций, объединяющих в себе несколько каналов однотипных преобразователей, таких как преобразователи уровней, аналого-цифровые преобразователи и пр. При необходимости такие устройства строятся на базе микропроцессоров, как, например, модули управления сервоприводами.

Структуру и объем автоматизации технологического оборудования определяет функциональная схема автоматизации, которая представляет собой чертеж с условным изображением технологического оборудования, коммуникаций, органов управления и средств автоматизации. На ФСА указывают все связи между технологическим оборудованием и элементом автоматики. Органы управления и средства автоматизации изображают на ФСА в соответствии с ГОСТом 21.404-85. В основе обозначений приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85 лежит функциональный признак - построение буквенных условных обозначений выполняется буквами латинского алфавита. Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический трубопровод или аппарат с первичным измерительным преобразователем или прибором.

Функциональные схемы автоматизации (ФСА) могут быть выполнены двумя способами:

- 1 способ - упрощенный,
- 2 способ - развернутый.

Методика построения графических условных обозначений является общей для обоих способов построения ФСА. В верхней части окружности находятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора.

Порядок расположения буквенных обозначений (слева направо) следующий:

-обозначения основной измеряемой величины;
-обозначение, уточняющее (если это необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.

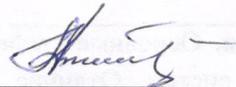
Порядок буквенных обозначений функциональных признаков (если их несколько в одном приборе) должен быть следующим: "TRCSA". В нижней части окружности наносится позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования (при упрощённом способе построения ФСА), или отдельных элементов комплекта (при развёрнутом способе построения ФСА). Если позиционное обозначение прибора не помещается в окружности, допускается нанести его за пределом окружности, либо применить вместо окружности эллипс.

При обозначении прибора следует указывать не все функциональные признаки прибора, а только те, которые используются в данной схеме.

4.5 Дополнительные вопросы и задания

1. Каковы основные задачи, решаемые АСУТП? Дайте определение АСУТП.
2. Что такое целевая функция и какова ее роль в функционировании АСУТП?
3. Опишите реализацию основных функций АСУТП путем стабилизации параметров.
4. Опишите реализацию основных функций АСУТП путем программного управления.
5. Каковы особенности автоматической оптимизации техпроцесса в течение его реализации?
6. В чем состоит иерархический принцип управления?
7. Опишите типичную трехуровневую иерархическую структуру АСУТП.
8. Что такое УВМ? Дайте определение и опишите структуру УВМ в составе АСУТП.
9. Опишите основное назначение центрального процессора и запоминающих устройств в составе УВМ.
10. Что такое УСО? Опишите основные функции УСО и МОТИ в составе УВМ. Приведите примеры.

Разработчик(и): *доцент, Алейников А.К.*



(подпись)

18.05.2018