

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./

« 08 » апреля 2022 г.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина	Современные системы измерения параметров технологических процессов производства масложировой продукции
Направление подготовки	19.04.02 Продукты питания из растительного сырья
Направленность (профиль)	Технологии масложировой
Квалификация выпускника	Магистр
Нормативный срок обучения	2 года
Форма обучения	заочная
Кафедра-разработчик	Технология производства и переработки продукции животноводства
Ведущий преподаватель	Алейников А.К., доцент

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

Саратов 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение .....	3
2	Темы, выносимые на самостоятельное изучение .....	3
2.1	Тема 1 Автоматизированные системы управления технологическими процессам (АСУ ТП).....	3
2.2	Тема 2 Классификация АСУ ТП .....	8
2.3	Тема 3 Обеспечение АСУ ТП .....	12

## 1. Введение

Данные методические указания предназначены для изучения вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение дисциплины «Современные системы измерения параметров технологических процессов производства масложировой продукции» и направлены на углубленное изучение разделов, вошедших в аудиторное время изучения предмета и подготовке к выполнению практических занятий. Методические указания позволяют обучающемуся 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 практическим 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 «Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)»

1.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме «Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)»:

1. Информационная подсистема. 2. Управляющая подсистема. 3. Режимы работы АСУ ТП.

#### 1.2 Методические рекомендации.

Отвечая на первый вопрос, необходимо дать определение информационной подсистемы АСУ ТП, перечислить функции выполняемые подсистемой.

Отвечая на второй вопрос необходимо дать определение управляющей подсистемы АСУ ТП, перечислить функции выполняемые подсистемой.

Отвечая на третий вопрос необходимо дать перечислить все режимы работы АСУ ТП.

#### 1.3 Список литературы:

а) основная литература

1. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109629>.. Санкт-Петербург : Электрон. дан. —Лань, 2018. — 456 с..
2. Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов: краткий курс лекций для студентов 3 и 4 курсов направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль подготовки Энергообеспечение предприятий [Электронный ресурс] / сост. В. А. Каргин. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2014.
3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами, системы управления технологическими процессами и информационные технологии [Электронный ресурс]: методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья [http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r\\_01/cgiirbis\\_64.exe](http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe)

б) дополнительная литература

4. 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: ", 2014. - Б. ц.

#### 1.4 Основные понятия / термины

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)

Функция АСУ ТП — это совокупность действий системы, направленных на достижение определенной цели. В качестве действий рассматривается последовательность операций и процедур, выполняемых частями системы управления.

Функции АСУ ТП в целом как системы человек—машина выполняются комплексом технических средств системы (техническим обеспечением АСУ) и человеком — оператором, диспетчером), за которым, как правило, сохраняется определяющая роль в выполнении наиболее сложных, не поддающихся формализации задач.

Система управления ТП выполняет ряд функций, объединенных по назначению в подсистемы: информационную, управляющую, вспомогательную.

#### 1.4.1. Информационная подсистема

Назначение этой системы — предоставление технологическому персоналу (операторам-технологам, начальникам смен и т. д.) оперативной, достоверной и своевременной, подробной и соответствующим образом обработанной информации о настоящем, будущем и прошлом химико-технологического процесса. В функции информационной подсистемы входят: сбор и первичная обработка информации, расчет показателей качества продукции, расчет технико-экономических показателей, контроль и техническая диагностика объекта управления.

##### 1.4.1.1. Сбор и первичная обработка информации

Первая операция — периодический опрос первичных измерительных преобразователей (датчиков). Период опроса определяется особенностями ХТП (инерционностью, запаздыванием, взрыво- и пожароопасностью) и ресурсами вычислительной техники, поэтому он может колебаться от нескольких миллисекунд до часа. Технологическому параметру присваивается измеренное значение до следующего обращения к первичному измерительному преобразователю.

Вторая операция — фильтрация и прогнозирование технологических параметров. По полученным результатам измерений необходимо определить наиболее правдоподобные текущие (в данный момент времени) и прогнозируемые (будущие) значения технологических параметров. При фильтрации отбрасываются явно искаженные значения технологических параметров (например, возникшие вследствие неисправностей информационно-измерительной системы), и до следующего опроса технологическим параметрам присваиваются их расчетные значения. Для реализации этого необходимы расчетные уравнения параметров, основанные на математической модели технологического процесса. По имеющимся уравнениям рассчитывают прогнозируемые значения технологических параметров. Необходимость в получении такого рода информации появляется в аварийных ситуациях.

Третья операция — усреднение технологических параметров за заданный промежуток времени (час, смена, сутки). Например, определение средней температуры в первом слое катализатора контактного аппарата окисления диоксида серы за сутки.

Четвертая операция — расчет действительных значений технологических параметров по информации, полученной от первичных измерительных преобразователей с учетом их характеристик и введением поправок на состояние контролируемых сред.

Пятая операция — интегрирование параметров

Шестая операция — расчет количества продуктов в сборниках и резервуарах по значениям измеренного уровня с учетом текущих значений физико-химических параметров продуктов.

#### 1.4.1.2. Расчет показателей качества продуктов

Вычислительная техника с ее большими возможностями позволяет рассчитывать показатели качества по текущим значениям параметров, измеряемых точно и оперативно (температуры, давления, расходы, уровни). Но для реализации такого подхода необходимо уравнение, связывающее показатели качества и измеряемые технологические параметры. Чаще всего используют уравнения регрессии, представляющие собой полином первой степени от технологических параметров, число которых, как правило, не превышает четырех

Результаты лабораторных анализов полученной продукции постоянно вводятся в память вычислительной техники, что позволяет корректировать уравнения регрессии в одном темпе с получением достоверных данных путем изменения коэффициентов  $a$ . Эти коэффициенты меняются так, чтобы погрешность рассчитанного значения  $Y$  была минимальной.

Автоматические анализаторы в химической промышленности характеризуются большим запаздыванием (связанным, например, с отбором проб), сложной конструкцией и высокой ценой. Во многих случаях анализ качества продукта выполняется периодически. В настоящее время интенсивно ведутся разработки программных анализаторов — виртуальных вискозиметров, газоанализаторов и т. п. Виртуальные измерительные приборы используют математические модели, связывающие показатель качества продукта с другими физическими величинами, для измерения которых применяются более быстродействующие, точные и дешевые средства измерения. Таким образом, виртуальные измерительные приборы позволяют косвенно оценить текущее значение измеряемой величины, что равносильно применению непрерывно действующих анализаторов. Они позволяют также прогнозировать изменение измеряемой величины, что можно использовать для улучшения качества управления объектами с большим запаздыванием или для технической диагностики.

#### 1.4.1.3. Расчет технико-экономических показателей

К технико-экономическим показателям технологического процесса можно отнести количество производимых основных и побочных продуктов, а также удельные расходы (расходы на единицу продукции, открытие - закрытие РО, установленных на трубопроводах, включение и отключение технологических аппаратов, насосов, вентиляторов, компрессоров. Такое управление может быть реализовано по двум вариантам:

I) при пуске и останове ТОУ по жесткой временной программе;

II) при переходе ТОО с одного режима на другой (или возникновение какого-то нежелательного технологического события) при достижении характерным технологическим параметром заданного критического значения.

Для этих целей можно использовать программируемый логический контроллер. Такая функция может быть возложена на вычислительную технику, например, на персональную ЭВМ.

#### 1.4.1.4. Контроль и техническая диагностика

Основные задачи: обнаружение отклонений значений технологических параметров от заданных (номинальных) значений, гарантирующих нормальное протекание технологического процесса и выпуск продукции, соответствующей ГОСТу; техническая диагностика оборудования, учет его пробега, определение срока ремонта и т. д.

#### 1.4.2. Управляющая подсистема

Управляющая подсистема предназначена для выработки и реализации управляющих воздействий на ТОО. Выработка управляющих воздействий происходит на основании имеющейся информации. Управляющими функциями являются: одноконтурное, каскадное или многосвязное автоматическое регулирование; оптимизация статических и динамических режимов; координация подсистем и оптимальное распределение ресурсов; адаптивное управление с самообучением и изменением алгоритмов и параметров системы управления.

Основной тенденцией развития АСУ ТП является расширение использования электронных вычислительных машин и объема функций, передаваемых им. Применение компьютеров повышает эффективность работы ТОО за счет улучшения представления информации операторам-технологам о состоянии ТОО, оптимизации статических и динамических режимов, сокращения времени пуска и останова оборудования, предотвращения и локализации аварийных ситуаций, облегчения анализа и прогноза протекания нормальных и аварийных режимов работы ТОО.

##### 1.4.2.1. Регулирование отдельных технологических параметров

Регулирование отдельных технологических параметров обычно выполняется с помощью традиционных алгоритмов регулирования (П-, И-, ПИ-, ПД-, ПИД-регуляторами). Для этих целей можно использовать, например, микропроцессорные контроллеры. Применение вычислительной техники позволяет реализовать любой сложный закон регулирования и создавать адаптивные системы управления, способные самостоятельно подбирать подходящий для данного ТОО закон регулирования и рассчитывать параметры его настройки.

##### 1.4.2.2. Программно-логическое управление

По командам вычислительной техники происходит открытие и закрытие исполнительных устройств, переход на другие задающие воздействия и т.д. в соответствии с заданной временной или логической последовательностью выполнения определенных технологических операций.

#### 1.4.2.3. Оптимальное управление

Поиск и выдача оптимальных управляющих воздействий, способных обеспечить наилучшее достижение цели управления, происходят на основе математической модели, отражающей физические и прочие явления, происходящие в ТОУ. Алгоритм, построенный на основе математического описания ТОУ, позволяет прогнозировать поведение ТОУ при поступлении в него возмущающих и управляющих воздействий.

#### 1.4.3. Вспомогательная подсистема

Вспомогательная подсистема предназначена выполнять функции, обеспечивающие нормальную эксплуатацию АСУ ТП. Вспомогательные функции АСУ ТП заключаются в сборе и обработке данных о состоянии технического и программного обеспечения АСУ ТП и представлении этой информации персоналу или осуществлении управляющих воздействий на соответствующие технические средства АСУ.

### 1.5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ АСУ ТП

Для АСУ ТП характерно наличие двух режимов работы: автоматизированного и автоматического.

#### 1.5.1. Автоматизированный режим

В зависимости от участия человека (технологического персонала) в управлении возможны следующие варианты данного режима: ручное управление, режим «советчика», диалоговый режим.

##### 1.5.1.1. Ручное управление

На основе получаемой по различным каналам информации о состоянии ТОУ оперативный персонал принимает решения об изменении технологического режима и воздействует на технологический процесс. Операторы могут либо непосредственно изменять управляющие воздействия (дистанционно из пункта управления, закрывая или открывая регулирующие органы), либо менять задания автоматическим регуляторам.

##### 1.5.1.2. Режим «советчика»

Действенность этого режима определяется правильностью рекомендаций, выработанных ЭВМ. В этом режиме ЭВМ рекомендует операторам-технологам через монитор оптимальные значения основных режимных технологических параметров (например, температуры в реакторе, расхода исходного сырья в реакторе, рН среды). Оператор-технолог, проанализировав полученные рекомендации, поступившую информацию о технологическом процессе, а также учитывая собственный опыт и интуицию, принимает решение о целесообразности изменения технологического режима. Принимая «совет», оператор-технолог вмешивается в технологический режим ТОУ, либо меняя задания автоматическим регуляторам, либо непосредственно (как в режиме ручного управления).

### 1.5.1.3. Диалоговый режим

Оператор запрашивает через ЭВМ дополнительную информацию о наличии сырья, о прогнозируемых показателях качества целевой продукции, анализирует ее и затем принимает решение о целесообразности изменения технологического режима.

### 1.5.2. Автоматический режим

В отличие от автоматизированного режима, этот режим работы АСУ ТП предусматривает формирование и реализацию управляющих воздействий без какого-либо участия человека (оператора-технолога). Возможны следующие варианты этого режима: супервизор-ное управление (см. рис. 7.1, а), непосредственное цифровое управление (см. рис. 7.1, б).

#### 1.5.2.1. Супервизорное управление

ЭВМ автоматически изменяет задания автоматическим регуляторам и параметры их настройки. Одновременно на программном уровне решаются вопросы защиты ТООУ от опасных и ненужных изменений технологических параметров.

#### 1.5.2.2. Непосредственное цифровое управление

В этом режиме ЭВМ реализует результаты расчетов по поиску оптимальных режимов путем воздействия на исполнительные устройства. Требования к надежности управляющей подсистемы в таком режиме управления неизмеримо возрастают, тем более что управляющая подсистема должна учитывать все возможные технологические режимы работы ТООУ и не допускать ухода его в неустойчивое состояние, где возможны различные аварийный ситуации.

## **1.6 Дополнительные вопросы и задания**

1. Определение АСУ ТП.
2. Режимы работы АСУ ТП.
4. Принцип работы АСУ ТП в режиме «советчика».
5. Супервизорный режим работы АСУ ТП.

## **Тема 2 «Классификация АСУ ТП»**

### **2.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме «Классификация АСУ ТП»**

1. АСУ ТП, в которых все информационные и управляющие функции выполняются без применения вычислительного комплекса.
2. АСУ ТП с вычислительным комплексом, выполняющим информационно-вычислительные функции.
3. АСУ ТП с вычислительным комплексом, выполняющим функции «советчика» оператора.
4. АСУ ТП с вычислительным комплексом, выполняющим функции центрального управляющего устройства (супервизорное управление).
5. АСУ ТП с вычислительным комплексом.

6. Распределенные АСУ ТП.

### **2.2 Методические рекомендации**

Отвечая на первый вопрос, необходимо дать определение понятия информационной АСУ ТП.

Отвечая на второй вопрос необходимо привести определение понятия информационно-вычислительной АСУ ТП.

Отвечая на третий вопрос, необходимо дать определение понятия информационно-советующей АСУ ТП..

Отвечая на четвертый вопрос, необходимо определение понятия супервизорной АСУ ТП.

Отвечая на пятый вопрос, необходимо определение понятия АСУ ТП с вычислительным комплексом.

Отвечая на шестой вопрос, необходимо определение понятия распределенных АСУ ТП.

### **2.3 Список литературы:**

а) основная литература

1. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109629>.. Санкт-Петербург : Электрон. дан. —Лань, 2018. — 456 с..
2. Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов: краткий курс лекций для студентов 3 и 4 курсов направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль подготовки Энергообеспечение предприятий [Электронный ресурс] / сост. В. А. Каргин. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2014.
3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами, системы управления технологическими процессами и информационные технологии [Электронный ресурс]: методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья [http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r\\_01/cgiirbis\\_64.exe](http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe)

б) дополнительная литература

4. 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: ", 2014. - Б. ц.

## **2.4 Основные понятия / термины**

### **Классификация АСУ ТП**

В зависимости от распределения функций между техническими средствами автоматизации, степени централизации управления технологическими процессами и структуры вычислительной информационно-управляющей системы (вычислительного комплекса) различают несколько разновидностей АСУ ТП. топлива, электроэнергии, пара, воздуха, воды, вспомогательных материалов.

2.4.1. АСУ ТП, в которых все информационные и управляющие функции выполняются без применения вычислительного комплекса.

Основные функции таких систем управления: измерение и контроль параметров технологического процесса; стабилизация технологических режимов процесса на уровне,

определяемом регламентом производства; программное управление (включая пуск и останов технологического процесса); защита технологического оборудования от аварий; оперативная связь с другими ступенями управления.

2.4.2. АСУ ТП с вычислительным комплексом, выполняющим информационно-вычислительные функции.

Системы этого вида содержат все функциональные элементы, характерные для предыдущей разновидности АСУ ТП, и дополнены вычислительным комплексом (ВК). Вычислительный комплекс получает информацию о состоянии ТОО и выполняет функции централизованного контроля и вычисления комплексных технических и технико-экономических показателей. На оператора-технолога возлагают анализ информации, выработку решений и реализаций управляющих воздействий. Полученные данные выводятся на средства отображения информации, а также передаются в вышестоящую АСУ для дальнейшей обработки и анализа, построения и (или) уточнения математической модели управляемого технологического процесса.

2.4.3. АСУ ТП с вычислительным комплексом, выполняющим функции «советчика» оператора.

Кроме функций, возложенных на ВК в предыдущей разновидности АСУ ТП, вычислительный комплекс решает задачу анализа и принятия решений с выдачей рекомендаций по управлению («советов») оператору-технологу. Воздействия, необходимые для приближения технологического процесса к оптимуму, определяются вычислениями по модели, и результаты представляются оператору-технологу, который управляет процессом, изменяя задания автоматическим регуляторам или выполняя другие действия, следуя рекомендациям, вырабатываемым ВК.

2.4.4. АСУ ТП с вычислительным комплексом, выполняющим функции центрального управляющего устройства (супервизорное управление).

Особенность данного вида управления заключается в том, что ВК включен в замкнутый контур управления и вырабатывает управляющие воздействия по изменению заданий системам автоматического регулирования (рис. 7.1, а). Задача супервизорного управления — поддержание процесса вблизи оптимальной рабочей точки, оперативно воздействуя на нее. Работа информационной части системы супервизорного управления такая же, как и работа системы «советчика» оператора. Процедуры вычислений по определению управляющих воздействий одинаковы. После того как расчеты по математической модели выполнены, значения управляющих воздействий преобразуются в сигналы, используемые для изменения заданий и настроек регуляторов. Контур управления в АСУ ТП замкнут через ВК, а функции оператора-технолога сводятся к наблюдению. Оператор-технолог выполняет управляющие функции только в том случае, если произошло нарушение нормального режима работы системы.

2.4.5. АСУ ТП с вычислительным комплексом (ВК), выполняющим функции непосредственного (прямого) цифрового управления.

В режиме непосредственного цифрового управления (НЦУ) сигналы, используемые для приведения в действие исполнительных устройств, вырабатываются непосредственно ВК, а автоматические регуляторы исключены из системы или используются как резерв. ВК

рассчитывает требуемые значения управляющих воздействий и передает соответствующие сигналы на исполнительные механизмы регулирующих органов (ИУ), причем это выполняется для каждого контура регулирования. В зависимости от типа технологического процесса и мощности ВК число контуров регулирования может достигать несколько сотен. Одно из главных преимуществ данного вида управления — возможность изменения алгоритмов регулирования и управления для контуров простым внесением изменений в программу. Естественно, что такие изменения должны быть тщательно подготовлены, а новая программа полностью проверена перед ее использованием в системе.

Применение ВК делает удобным построение программным путем сложных систем каскадного и многосвязного регулирования, разрабатываемой продукции, например, на 1 тонну) всех видов сырья, учитывающих взаимосвязи между отдельными частями ТООУ. Прямое управление от ВК позволяет реализовать как оптимизирующие функции, так и операции по управлению основным технологическим и вспомогательным оборудованием в режимах пуска и останова.

Некоторые внедряемые системы управления являются комбинацией систем НЦУ и супервизорного управления. НЦУ предъявляет повышенные требования к надежности ВК, поскольку отказ ВК приводит к отказу своей системы управления.

#### 2.4.6. Распределенные АСУ ТП

В АСУ ТП данного вида различные функции могут быть выполнены несколькими взаимосвязанными процессорами, объединенными в вычислительную сеть. Широкое применение в распределенных АСУ ТП микро ЭВМ позволяет приблизить средства обработки данных к ТООУ, сократить потоки информации к центральному ВК и осуществить комплекс мер по повышению надежности АСУ ТП — самодиагностику технических средств, автоматическое резервирование, обнаружение и исправление неисправностей.

Распределенная система управления (РСУ) сочетает преимущества систем управления, основанных на вычислительной технике, с достоинствами децентрализованных систем, основанных на локальных средствах автоматики, которым присуща «живучесть».

Различают функциональное и территориальное разделение РСУ.

Функциональная децентрализация предполагает упрощение процесса управления, распределяя отдельные функции управления и их реализацию на отдельные ПЭВМ. Например, на ПЭВМ №1 возлагаются все информационные функции, на ПЭВМ № 2 — вспомогательные, на ПЭВМ № 3 — управляющие.

Естественно, такой подход повышает надежность и эффективность системы управления в целом. Более того, жизнеспособность РСУ можно повысить за счет частичного перекрытия функций, выполняемых отдельными микро ЭВМ.

Первой из технических структур АСУ ТП была централизованная. В системах с централизованной структурой вся информация, необходимая для управления автоматизированными технологическими комплексами (АТК), поступает в единый центр — операторский пункт, где установлены все технические средства АСУ ТП (исключая источники информации).

Территориальная децентрализация предполагает территориальное распределение микро ЭВМ по технологическим участкам объекта управления, т. е. приближая средства обработки информации к ее источникам и потребителям (к установкам ТОУ).

Как правило, РСУ сочетает оба вида распределения. При создании РСУ соблюдается иерархический принцип управления: на нижнем уровне — управление отдельными установками ТОУ (или выполнение отдельных функций) осуществляется микро ЭВМ (ПЭВМ); на верхнем уровне — управление всей системой осуществляется управляющим вычислительным комплексом (УВК). На этот компьютер возлагается: согласование работы всех частей АСУ ТП, оптимальное управление ТОУ в целом, управление в предаварийных и аварийных ситуациях; контроль за локальными микро ЭВМ; подготовка, хранение и подпитка программ микро ЭВМ. При отказе микро ЭВМ центральная ЭВМ может взять на себя часть ее функций. Поскольку предполагается достаточно высокая автономность микро ЭВМ, даже выход из строя управляющей ЭВМ не способен привести к катастрофическим последствиям. Иначе говоря, такой подход в создании РСУ повышает «живучесть» системы в целом.

### **2.5 Дополнительные вопросы и задания**

1. Приведите классификацию АСУ ТП.
2. Какие функции выполняет централизованная АСУ ТП.
3. Распределенная АСУ ТП.

## **Тема 3. Обеспечение АСУ ТП**

### **3.1 Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение по теме «Обеспечение АСУ ТП»**

1. Техническое обеспечение АСУ ТП
2. Программное обеспечение.
3. Математическое обеспечение.
4. Информационное обеспечение.
5. Метрологическое обеспечение.
6. Лингвистическое обеспечение.

### **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. Технические средства автоматизации и управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Смирнов. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109629>.. Санкт-Петербург : Электрон. дан. — Лань, 2018. — 456 с..
2. Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов: краткий курс лекций для студентов 3 и 4 курсов направления подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль подготовки Энергообеспечение

предприятий [Электронный ресурс] / сост. В. А. Каргин. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ", 2014.

3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами, системы управления технологическими процессами и информационные технологии [Электронный ресурс]: методические указания по курсовому проектированию для студентов специальностей 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья [http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r\\_01/cgiirbis\\_64.exe](http://library.sgau.ru/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe)

б) дополнительная литература

4. 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: ", 2014. - Б. ц

#### **1.4 Основные понятия и определения**

##### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ ТП**

Для выполнения функций, рассмотренных в разд. 1 необходимы техническое, программное, математическое, информационное, метрологическое, лингвистическое и организационное обеспечение АСУ ТП и оперативный персонал.

Термином «техническое обеспечение АСУ ТП» принято определять комплекс технических средств (КТС), обеспечивающих функционирование АСУ ТП. Совокупность технических средств и про-грамм, используемых для создания АСУ ТП, называют программно-техническим комплексом (ПТК).

##### **3.4.1. Техническое обеспечение**

В состав технического обеспечения входят:

- средства получения, преобразования, передачи и отображения информации (первичные измерительные преобразователи, нормирующие преобразователи, средства измерения);
- средства вычислительной техники, управляющие устройства (регуляторы, промышленные контроллеры);
- исполнительные устройства (исполнительные механизмы, регулирующие органы).

Термином «промышленный контроллер» обозначают специализированное микропроцессорное устройство со встроенным аппаратным и программным обеспечением, которое используется для выполнения функций управления технологическим оборудованием.

Состав и структура КТС определяются особенностями ТОУ, функциями и режимами АСУ ТП.

Непосредственно на объекте управления устанавливаются:

- первичные измерительные преобразователи, воспринимающие параметры технологического процесса (давление, расход газов или жидкостей, температуру, уровень жидкости, электрическую мощность);

- сигнальные двухпозиционные устройства, передающие информацию о состоянии (включении или выключении) того или иного технологического оборудования;
- исполнительные устройства, реализующие управляющие воздействия открытием клапанов и заслонок, изменением частот вращения двигателей, режима работы насосов.

Основа ПТК современных АСУ ТП — микропроцессорные средства, микроЭВМ. Условно их делят на аппаратные, программно-аппаратные и программируемые. Приведенная классификация носит приближенный характер. Четких границ между классами ПТК не существует, а в последние годы они тем более размываются, так как открытость и стандартность отдельных компонентов таких комплексов позволяет компоновать их из разных средств, соединять различными типовыми сетями и создавать систему управления из отдельных компонентов, выпускаемых разными фирмами и относящихся к разным классам.

При переходе от традиционных аналоговых средств автоматизации к микропроцессорным средствам расширяются функциональные возможности и увеличивается гибкость систем управления, повышается точность. Микропроцессорные измерительные приборы могут не только регистрировать текущее значение нескольких технологических параметров, но и определять их отклонение от номинальных значений, рассчитывать среднее значение технологического параметра за заданный промежуток времени и т. д.

Аппаратные средства — микропроцессорные устройства с жесткой логикой, реализуемой программами, записанными в постоянном запоминающем устройстве. Их применяют для выполнения следующих функций: сбор данных, одноконтурное цифровое регулирование, представление данных, индикация, сигнализация, первичная обработка информации, программное логическое управление и т. д. Число обслуживаемых входов и выходов может быть сравнительно невелико. В состав аппаратных средств входят микропроцессор (или интегральные микросхемы), память, таймер, коммутатор, устройства для перехода от автоматического режима управления к ручному и обратно, интерфейс. На их основе создаются отдельные преобразователи, регуляторы.

Программно-аппаратные средства построены на основе микропроцессорных комплексов и микро ЭВМ. Они предназначены для реализации функций средней сложности АСУ ТП: многоконтурного цифрового регулирования, многосвязного программно-логического управления, многоканального сбора информации, обработки и контроля технологических параметров со средним быстродействием и с большим числом обслуживаемых входов и выходов. В состав программно-аппаратных средств входят комплекты микропроцессоров, память, автономный источник питания, модули сопряжения с устройствами ввода-вывода и с ЭВМ верхнего уровня.

Реализованные на базе микропроцессорной техники устройства, предназначенные для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, называют программируемыми логическими контроллерами (ПЛК). Первоначально они предназначались для замены релейно-контактных схем, собранных на дискретных компонентах — реле, счетчиках, таймерах, элементах жесткой логики. Принципиальное отличие ПЛК от релейных схем заключается в том, что все его функции реализованы программно. На одном контроллере можно реализовать схему, эквивалентную тысячам элементов жесткой логики. При этом надежность работы схемы не зависит от ее сложности. ПЛК работают в локальных и распределенных системах управления в режиме реального времени в соответствии с заданной программой.

Промышленные контроллеры, относящиеся, как правило, к программно-аппаратным средствам, строятся по модульному принципу и являются многофункциональными.

В общем случае промышленный контроллер содержит следующие модули: микропроцессор, интегральные схемы памяти, жидко-кристаллический дисплей, усилители, АЦП, ЦАП и др. Особенностью применяемых в АСУ ТП промышленных контроллеров является возможность хранения в памяти измеренных значений технологических параметров. Это позволяет отображать на дисплее историю изменения параметра в течение длительного времени.

Для обработки сигналов в большинстве промышленных контроллеров предусмотрен набор типовых программ: извлечение квадратного корня, кусочно-линейная аппроксимация, интегрирование, дифференцирование, фильтрация, масштабирование сигнала задания при внешнем каскадном соединении, вычисление сигнала компенсации основного возмущающего воздействия, ограничение выходного сигнала и др. Чтобы улучшить качество регулирования не-стационарных процессов, предусматривается самонастройка каждого регулятора. Промышленные контроллеры могут быть подключены к ПЭВМ либо через интерфейс, либо через сеть. Наличие сети позволяет соединять контроллеры между собой для обмена данными.

Программируемые средства применяются для выполнения сложных функций, а также для управления ТОО большой информационной мощности (это характерно для многих химических производств). Они реализуются на многомашинных комплексах микро- и мини-ЭВМ, входящих в локальные управляющие вычислительные сети.

ЭВМ в АСУ ТП. Функциональное назначение ЭВМ, их место и роль в системах управления обуславливают ряд специфических требований: обеспечение обмена информацией между объектом управления и управляющим устройством; решение задач управления, сбора и переработки информации в реальном масштабе времени; обеспечение большой продолжительности непрерывной работы; обеспечение высокой надежности и программной устойчивости к сбоям и отказам аппаратуры; возможность реализации широкого круга задач управления в течение всего периода эксплуатации системы.

Отличительной особенностью управляющих ЭВМ является присутствие в них устройства связи с объектом. Устройства связи с объектом (УСО) предназначены для сбора, передачи и ввода в управляющий вычислительный комплекс (УВК) в режиме реального времени информации, поступающей от первичных измерительных преобразователей, а также для вывода из УВК управляющих сигналов на исполнительные устройства.

УСО представляют собой совокупность модулей, позволяющих принимать, обрабатывать, выдавать сигналы различного типа в широком диапазоне значений напряжения, тока, мощности, длительности импульсов, обеспечивая сопряжение вычислительного комплекса с разнообразными техническими средствами (датчиками, исполнительными механизмами и другими устройствами).

Устройства связи с объектом могут быть пассивными и выполнять операции по сбору информации и выдаче управляющих команд под управлением центрального микропроцессор-контроллера. В этих модулях как минимум должны выполняться фильтрация и аналого-цифровое преобразование сигналов и при необходимости гальваническое разделение.

УСО могут быть «интеллектуальными», т. е. имеющими собственные встроенные микропроцессоры, которые обеспечивают выполнение функций первичной обработки, контроля достоверности, коррекции значений, присвоения меток времени событиям и т. п.

В состав ПТК могут входить специализированные интеллектуальные модули УСО, предназначенные для реализации функций цифрового регулирования (управления). Эти модули, позволяющие реализовать требуемые алгоритмы автоматического управления, должны обеспечивать прием определенного количества аналоговых, дискретных сигналов, а также формирование и выдачу управляющих сигналов.

УСО в виде специализированных модулей могут входить в состав контроллеров, либо представлять собой отдельные конструктивно законченные изделия двух модификаций: для размещения в щитовой и выносных для размещения на объекте вблизи источников информации.

Устройства ввода аналоговых сигналов обеспечивают прием, нормализацию и фильтрацию (все три операции осуществляют модули нормализации) и коммутацию (коммутатор) электрических аналоговых сигналов от первичных измерительных преобразователей (датчиков), а также преобразование их с помощью аналого-цифрового преобразователя в цифровой код.

Сигналы от термопреобразователей сопротивления должны поступать в УСО по четырех- или трехпроводной линии связи. УСО для ввода сигналов от термоэлектрических преобразователей (термопар) должны допускать их заземление в Местах установки на объекте.

Устройства ввода дискретной информации используются для приема дискретных сигналов от двухпозиционных, кодовых и числоимпульсных сенсоров, преобразования их в цифровой код и проведения над ними простейших арифметических (типа сложения) и логических операций.

Устройства вывода аналоговой информации служат для линейного преобразования цифровых кодовых сигналов в токовый аналоговый унифицированный сигнал стандартного диапазона 0...5 мА. Возможна установка цифроаналогового преобразователя (ЦАП) на каждом выходном канале или же одного ЦАП, работающего в режиме разделения времени и с выходным запоминающим усилителем в каждом выходном канале. ЦАП выпускают в двух модификациях: для вывода информации из УВК на аналоговые показывающие и регистрирующие приборы и для управления исполнительными устройствами.

Устройства вывода дискретной информации вырабатывают цифровые управляющие сигналы. Выходами этих устройств могут быть сигналы тока или напряжения, срабатывание полупроводникового ключа или замыкание электромеханического реле. Эти устройства могут быть использованы для непосредственного - для изменения задания регуляторам. По мощности дискретные выходные сигналы делятся на маломощные (меньше 10 ВА), средней мощности (от 10 ВА до 50 ВА) и большой мощности (выше 50 ВА).

### 3.4.2. Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) представляет собой совокупность программ, необходимых для реализации всех функций АСУ ТП.

Программное обеспечение должно отвечать следующим принципам:

- блочно-модульное построение всех составляющих ПО;
- иерархическая структура ПО и данных;
- эффективность (минимальная затрата вычислительных ресурсов);
- открытость (возможность расширения и модификации);
- гибкость (возможность внесения изменений и перенастройки);
- надежность (соответствие заданному алгоритму, отсутствие ложных действий, защита от разрушения и несанкционированного доступа как программ, так и данных);
- живучесть (выполнение возложенных функций в полном или частичном объемах при сбоях и отказах, восстановление после сбоев);
- унификация решений.

Программное обеспечение реализуется на двух уровнях управления: на верхнем уровне в среде рабочих станций (операторских, инженерных, архивных), построенных на базе персональных компьютеров, и на нижнем уровне в среде программируемых контроллеров.

Программное обеспечение разделяется на базовое (общее, фирменное) и прикладное (специальное, пользовательское).

#### 3.4.2.1. Базовое программное обеспечение

Базовое ПО поставляется разработчиком ПТК и включает в себя системное ПО и ПО инструментальных средств разработки, отладки и документирования.

В системное ПО входят:

- стандартные операционные системы;
- программы поддержки обмена данными;
- системы управления базами данных.

Используемые в ПТК операционные системы должны обеспечивать: высокую производительность; поддержку многозадачного режима; модульность, гибкую конфигурируемость; высокую устойчивость и надежность; многоуровневую, основанную на приоритетах, обработку прерываний; поддержку стандартных сетей, а также различных промышленных интерфейсов ввода-вывода; удобный и понятный пользователю графический интерфейс. ,

Инструментальные средства предназначены для максимального упрощения и облегчения процесса разработки, проектирования, документирования и отладки АСУ ТП. Они должны, как правило, совмещать в себе функции разработки и тестирования. Программное обеспечение инструментальных средств базируется на действующих стандартах и используется для решения наиболее сложных вопросов, связанных с автоматизацией процессов создания прикладных программ АСУ ТП: прием и обработка сигналов, организация автоматического управления исполнительными устройствами, визуализация измеренных величин (в том числе в виде графиков, гистограмм и т. п.), ведение архивов и генерации отчетов.

Программное обеспечение инструментальных средств разработки, отладки и документирования включает в себя:

- средства настройки базового ПО;
- средства диагностики и самодиагностики ПТК;
- средства создания и отладки прикладного ПО.

#### 3.4.2.2. Прикладное программное обеспечение

Прикладное ПО представляет собой совокупность программ, реализующих информационные, управляющие и вспомогательные функции (обеспечение заданного функционирования технических средств системы, проверка правильности ввода информации и т. п.) конкретной АСУ ТП. Оно может разрабатываться как поставщиком ПТК, так и разработчиком АСУ ТП.

Прикладное программное обеспечение содержит следующие основные программы:

- линеаризации характеристик первичных преобразователей (датчиков);
- контроля достоверности сигналов;
- сглаживания (фильтрации) сигналов первичных измерительных преобразователей (датчиков);
- обнаружения выхода параметров за допустимые пределы;
- архивации данных;
- отображения информации (операторам, технологам и т. д.);
- технологической сигнализации;
- составления отчетов;
- автоматического регулирования;
- технологических защит и блокировок;
- вычисления технико-экономических показателей работы технологического оборудования; вычисления управляющих воздействий;
- оптимизации технологического процесса.

#### 3.4.3. Математическое обеспечение

Математическое обеспечение представляет собой комплекс математических методов, моделей и алгоритмов, используемых при разработке и функционировании системы управления. Математическая формулировка задачи управления включает математическую модель объекта, критерий управления и ограничения. Для представления модели в аналитической форме необходимо знание физической природы ТОУ, его структуры и конструктивных особенностей. Если характеристики ТОУ подвержены изменениям, то соответствие модели объекту должно непрерывно проверяться и уточняться на основе

информации о состоянии объекта. Вычислительная техника, входящая в АСУ, накапливает информацию об управляемом технологическом процессе в виде совокупности значений измеряемых параметров, сведений о состоянии оборудования и других данных, затем перерабатывает эту информацию с целью выработки управляющих воздействий. Переработку информации вычислительная техника осуществляет по алгоритму, который определяет, каким образом, располагая информацией о технологическом процессе, полученной на основе измерений, и зная ограничения, накладываемые на технологический процесс, выбрать целесообразные управляющие воздействия в различных производственных ситуациях.

Алгоритм, выполняемый вычислительной техникой, примерно соответствует рассуждениям и вычислениям, которые должен был бы сделать сам оператор-технолог в отсутствие вычислительной техники. Такой алгоритм инструкция, выраженный на формальном языке математических формул и логических условий, определяет последовательность действий, каждое из которых соответствует выполнению вычислительной техникой определенной операции.

На основе математического обеспечения разрабатывается программное обеспечение.

Структурой и характеристиками программного и математического обеспечения определяется другой вид обеспечения АСУ ТП — информационное.

#### 3.4.4. Информационное обеспечение

Информационное обеспечение представляет собой совокупность сведений о потоках и массивах информации, характеризующих состояние автоматизированного технологического комплекса.

Информационное обеспечение включает:

- перечень и характеристики сигналов, с помощью которых передается информация о ТОУ и системе управления;
- описание систем классификации и кодирования технической и технико-экономической информации;
- описание массивов информации, форм документов и видеок кадров, используемых в системе;
- описание нормативно-справочной информации, используемой в системе.

#### 3.4.5. Метрологическое обеспечение

Метрологическое обеспечение — совокупность работ, проектных решений, технических и программных средств, а также различного рода организационных мероприятий, обеспечивающих заданную точность измерений. Метрологическое обеспечение выполняется для информационно-измерительной системы (ИИС) на всех стадиях создания и функционирования АСУ ТП. На стадии разработки АСУ ТП необходимо обеспечивать единство измерений и их точность для заданных условий эксплуатации, выбирая определенные технические средства. Фильтрация измеряемых значений технологических параметров и выбор достоверных значений обеспечиваются программными решениями. Разработчиками определяются виды и порядок метрологической аттестации ИИС. На стадии эксплуатации АСУ

ТП метрологические службы предприятий анализируют состояние метрологического обеспечения ИИС, осуществляют метрологическую аттестацию заданных средств измерений, организуют поверку средств автоматизации. •

#### 3.4.6. Лингвистическое обеспечение

Описание языковых средств общения оперативного технологического персонала с управляющим вычислительным комплексом называют лингвистическим обеспечением. Оно рассчитано на пользователя, который является специалистом в своей предметной области, но не владеет универсальными языками программирования или описания алгоритмов. Лингвистическое обеспечение оператора сводится к системе видеокладов и текстовых сообщений, снабженных необходимыми «меню», «подсказками» и «помощью», при организации диалога с техническими средствами.

Лингвистическое обеспечение строится на основе следующих принципов:

- образное представление информации и выполняемых функций;
- иерархическая структура поиска;

#### 3.5 Дополнительные вопросы и задания

1. Что входит в программное обеспечение АСУ ТП.
2. Что входит в организационное обеспечение АСУ ТП.
4. Что входит в информационное обеспечение АСУ ТП.
5. Что входит в математическое обеспечение АСУ ТП.

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



(подпись)