

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бредихин, С.А. / Алексей

Должность: И.о. директора технологического института

Дата подписания: 02.08.2022 14:47

Уникальный идентификатор документа:

b3a3b22e47b68c702f047b0fccd0b0d02f47083d



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**

**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**

**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Технологический институт

Кафедра Процессы и аппараты перерабатывающих производств

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора технологического института  
С.А. Бредихин  
“ 31 ” 08 2022 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.05 Системы управления технологическими процессами**

**перерабатывающих производств**

**для подготовки бакалавров**

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Машины и аппараты перерабатывающих производств

Курс 4


Семестр 7

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчик: Мартеха А.Н., к.т.н., доцент

  
«25» августа 2022 г.

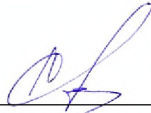
Рецензент: Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент

  
«25» августа 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта (специалист по механизации, автоматизации и роботизации технологического оборудования и процессов пищевой и перерабатывающей промышленности) по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств  
протокол № 1 от «25» августа 2022 г.


Зав. кафедрой Бредихин С.А., д.т.н., профессор

  
«25» августа 2022 г.

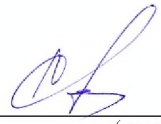
**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
Технологического института Дунченко Н.И., д.т.н., профессор

Протокол №1

  
«25» августа 2022 г

Заведующий выпускающей кафедрой  
Бредихин С.А., д.т.н., профессор

  
(подпись)  
«25» августа 2022 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ

  
«25» августа 2022 г.

# Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	4
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ</b> ..	5
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3. ЛЕКЦИИ/ ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	13
4.4. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	17
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	17
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	17
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	19
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	19
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	19
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	20
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	20
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> ....	20
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	21
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	21

## **Аннотация**

рабочей программы учебной дисциплины

Б1.В.01.05 «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств»

для подготовки бакалавров по направлению Агроинженерия направленности:  
Машины и аппараты перерабатывающих производств

**Цель освоения дисциплины:** рабочая программа дисциплины «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» содержит необходимый материал, руководствуясь которым преподаватель обеспечит качественное усвоение студентами необходимого объема знаний.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1; ПКос-1; ПКос-5.

**Краткое содержание дисциплины:** основные понятия и определения автоматизации, математическое описание автоматических систем управления технологическими процессами, устойчивость линейных и качество регулирования систем управления, дискретные системы управления технологическими процессами, аппаратные и программные средства систем управления, применение информационных технологий в системах управления технологическими процессами.

**Общая трудоемкость дисциплины:** трудоёмкость дисциплины составляет 180 часов, 5 зачетных единиц. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе практических занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов.

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» является формирование у студентов знаний и умений в области использования системного анализа в пищевом машиностроении. В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать аналитические и численные методы моделирования машин и аппаратов пищевого производства и процессов, происходящих в этих устройствах, а также методику разработки физических и математических моделей исследуемых машин.

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» включена в вариативный перечень дисциплин учебного плана вариативной части.

Дисциплина «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 – Агроинженерия. Предшествующими курсами, на которых непосредственно должна базироваться дисциплина «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств», являются математика, информатика, физика, введение в профессиональную деятельность, основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств, процессы и аппараты перерабатывающих производств.

Дисциплина «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: системный анализ перерабатывающих производств, диагностика и сервисное обслуживание машин и аппаратов пищевых производств, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является наличие в её содержании физики, математики, информатики, инженерных знаний и средств вычислительной техники.

Рабочая программа дисциплины «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов) их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2

Таблица 1 - Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи	специфику того как анализировать задачи, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи	применять навыки для того чтобы анализировать задачи, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи	приемами, методами того как анализировать задачи, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи
			УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	специфику того как находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	применять навыки для того чтобы находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	приемами, методами того как находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи
			УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	специфику того как рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	применять навыки для того чтобы рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	приемами, методами того как рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки
			УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	специфику того как грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	применять навыки для того чтобы грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	приемами, методами того как грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности

				гих участников деятельности	т.д. в рассуждениях других участников деятельности	гих участников деятельности
			УК-1.5 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	специфику того как определять и оценивать последствия возможных решений задачи	применять навыки для того чтобы определять и оценивать последствия возможных решений задачи	приемами, методами того как определять и оценивать последствия возможных решений задачи
2.	ПКос-1	Способен обеспечивать эффективное использование технологического оборудования для производства продукции перерабатывающих производств, в том числе с применением цифровых средств и технологий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания по планированию технического обслуживания, в том числе с применением цифровых средств и технологий	специфику того как продемонстрировать знания по планированию технического обслуживания	применять навыки для того чтобы продемонстрировать знания по планированию технического обслуживания	приемами, методами того как продемонстрировать знания по планированию технического обслуживания
			ПКос-1.2 Обосновывает рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию, в том числе с применением цифровых средств	специфику того как обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию	применять навыки для того чтобы обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию	приемами, методами того как обосновывать рациональный состав и потребность в технических средствах для выполнения работ по техническому обслуживанию
			ПКос-1.3 Обосновывает потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах, в том числе с применением цифровых средств	специфику того как обосновывать потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах	применять навыки для того чтобы обосновывать потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах	приемами, методами того как обосновывать потребность сервисных предприятий в материально-технических ресурсах
			ПКос-1.4 Обеспечивает профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования, в том числе с при-	специфику того как обеспечить профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования	применять навыки для того чтобы обеспечить профессиональную эксплуатацию машин и технологического обо-	приемами, методами того как обеспечить профессиональную эксплуатацию машин и технологического оборудования

			менением цифровых средств и технологий		рудования	
3.	ПКос-5	Способен осуществлять управление действующими технологическими линиями (процессами) и выявлять объекты для улучшения технологии перерабатывающих производств, в том числе с применением цифровых средств и технологий	ПКос-5.1 Способен осуществлять цифровое моделирование технологических процессов перерабатывающих производств с целью их анализа и оптимизации	специфику того как моделировать технологические процессы перерабатывающих производств с целью их анализа и оптимизации	применять навыки для того чтобы моделировать технологические процессы перерабатывающих производств с целью их анализа и оптимизации	приемами, методами того как моделировать технологические процессы перерабатывающих производств с целью их анализа и оптимизации
			ПКос-5.2 Способен корректировать технологические операции, процессы и режимы на технологических линиях перерабатывающих производств, в том числе с применением цифровых средств и технологий	специфику того как корректировать технологические операции, процессы и режимы на технологических линиях перерабатывающих производств	применять навыки для того чтобы корректировать технологические операции, процессы и режимы на технологических линиях перерабатывающих производств	приемами, методами того как корректировать технологические операции, процессы и режимы на технологических линиях перерабатывающих производств
			ПКос-5.3 Способен к разработке функциональных, логистических и технических составляющих технологических процессов перерабатывающих производств, в том числе с применением цифровых средств и технологий	специфику того как разрабатывать функциональные, логистические и технические составляющие технологических процессов перерабатывающих производств	применять навыки для того чтобы разрабатывать функциональные, логистические и технические составляющие технологических процессов перерабатывающих производств	приемами, методами того как разрабатывать функциональные, логистические и технические составляющие технологических процессов перерабатывающих производств



Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	в т.ч. по се- местрам
		№ 7
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>180/4</b>	<b>180/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>82,35/4</b>	<b>82,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>82,35/4</b>	<b>82,35/4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	34	34
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	48/4	48/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>97,65</b>	<b>97,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)</i>	97,65	97,65
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины на 7 семестр

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР всего/*	
<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и определения автоматизации	28	4	8/0,6	-	16
<b>Раздел 2.</b> Математическое описание автоматических систем управления технологическими процессами.	30	6	8/0,6	-	16
<b>Раздел 3.</b> Устойчивость линейных и качество регулирования систем управления.	30	6	8/0,6	-	16
<b>Раздел 4.</b> Дискретные системы управления технологическими процессами.	30	6	8/1	-	16
<b>Раздел 5.</b> Аппаратные и программные средства систем управления	31,65	6	8/0,6	-	17,65
<b>Раздел 6.</b> Применение информационных технологий в системах управления технологическими процессами.	30	6	8/0,6	-	16
контактная работа на промежуточном контроле	0,35	-	-	0,35	-
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>48/4</b>	<b>0,35</b>	<b>97,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>48/4</b>	<b>0,35</b>	<b>97,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Основные понятия и определения автоматизации**

Тема 1. Классификация систем управления технологическими процессами.

Рассматриваемые вопросы

Классификация систем управления по различным критериям, принципиальные различия в управлении.

Тема 2. Понятие управления.

Рассматриваемые вопросы

Сущность управления, виды управления, Место и роль человека в системе управления.

Тема 3. Виды и типы схем автоматического управления.

Рассматриваемые вопросы

Типы схем по видам используемой энергии: гидравлические пневматические, принципиальные. Типы схем: принципиальные функциональные, структурные схемы. Примеры схем систем управления.

Тема 4. Фундаментальные принципы управления.

Рассматриваемые вопросы

Принципы разомкнутого управления, управления по возмущению, обратной связи.

Тема 5. Основные виды алгоритмов функционирования.

Рассматриваемые вопросы

Стабилизация, программное управление, системы с поиском экстремума, оптимальное управление, адаптивное управление.

## **Раздел 2. Математическое описание автоматических систем управления технологическими процессами.**

Тема 1. Уравнение динамики и статики. Линеаризация.

Рассматриваемые вопросы

Математическая запись уравнения статики и динамики. Линеаризация.

Преобразование Лапласа. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Передаточные функции. Стандартная форма записи линейных дифференциальных уравнений. Частотные характеристики. Временные характеристики.

Тема 2. Элементарные типовые звенья систем управления и их характеристики.

Рассматриваемые вопросы

Пропорциональное, интегральное звено, дифференциальное звено, интегрирующее, апериодическое, консервативное звенья системы управления, Передаточные функции, временные и частотные характеристики типовых звеньев.

Правила преобразования структурных схем. Передаточная функция замкнутой системы управления.

Тема 3. Регуляторы систем управления технологическими процессами.

Рассматриваемые вопросы

Пропорциональный, дифференциальный, интегральный, двух- и трех позиционный законы регулирования. Выбор регулятора

### **Раздел 3. Устойчивость линейных и качество регулирования систем управления.**

Тема 1. Понятие устойчивости.

Рассматриваемые вопросы

Устойчивость в «малом» и «большом» Общая постановка задачи устойчивости по А.М. Ляпунову. Теоремы устойчивости А.М. Ляпунова Условие устойчивости линейных систем.

Тема 2. Критерии устойчивости.

Рассматриваемые вопросы

Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным критериям.

Тема 3. Методы оценки качества регулирования линейных систем.

Рассматриваемые вопросы

Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях. Коэффициенты ошибок.

Тема 4. Обеспечение устойчивости, повышение качества регулирования и синтез линейных систем управления.

Рассматриваемые вопросы

Повышение точности в установившихся режимах. Обеспечение устойчивости и повышение запаса устойчивости. Корректирующие устройства. Задачи синтеза систем управления. Выбор параметров синтезируемой системы.

### **Раздел 4. Дискретные системы управления технологическими процессами.**

Тема 1. Математическое описание дискретных систем

Рассматриваемые вопросы

Основные типы дискретных систем и их характеристики. Изображение движения в фазовой плоскости. Автоколебания. Приближенное исследование автоколебаний. Устойчивость нелинейных систем.

Тема 2. Линейные импульсные системы управления.

Рассматриваемые вопросы

Понятие об импульсных системах. Динамические свойства и уравнения импульсных систем. Анализ устойчивости и качества замкнутых импульсных систем.

Тема 3. Синтез дискретных систем управления.

Рассматриваемые вопросы

Алгебра логики. Методы синтеза дискретных систем управления в совершенной нормальной дизъюнктивной и совершенной нормальной конъюнктивной форме.

### **Раздел 5. Аппаратные и программные средства систем управления**

Тема 1. Первичные преобразователи информации систем управления.

Рассматриваемые вопросы

Классификация первичных преобразователей технологической информации. Первичные преобразователи температуры, влажности, уровня, освещенности, давления. Элементы сравнения.

Тема 2. Усилительные элементы систем управления.

Рассматриваемые вопросы

Классификация усилительных элементов. Усилительные гидравлические пневматические, электрические. Материально-техническая база конструирования усилительных элементов.

Тема 3. Исполнительные устройства систем управления.

Рассматриваемые вопросы.

Классификация исполнительных устройств. Электромагнитные и электродвигательные исполнительные механизмы.

Тема 4. Компьютерные средства управления локальными технологическими процессами.

Рассматриваемые вопросы.

Классификация компьютерных средств управления локальными технологическими процессами. Обобщенная структурная схема компьютерной системы управления технологическим процессом. Средства ввода/вывода информации. Программирование компьютерных систем управления.

## **Раздел 6. Применение информационных технологий в системах управления технологическими процессами.**

Тема 1. Решение задач анализа и синтеза линейных систем управления с помощью информационных технологий

Рассматриваемые вопросы.

Обзор вычислительных методов решения задач анализа и синтеза линейных систем управления. Математические пакеты для решения задач анализа и синтеза линейных систем управления.

Тема 2. Решение задач анализа и синтеза дискретных систем управления с помощью информационных технологий.

Рассматриваемые вопросы.

Обзор вычислительных методов решения задач анализа и синтеза дискретных систем управления. Математические пакеты для решения задач анализа и синтеза дискретных систем управления.

Тема 3. Автоматизированное проектирование систем управления.

Рассматриваемые вопросы.

Особенности системы управления как объекта проектирования. Scada-системы. Применение SCADA-технологий при проектировании систем управления. Структура процесса проектирования систем управления на основе SCADA – технологий.

### 4.3. Лекции/ практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, практических занятий/ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных/ практических/ семинарских занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Основные понятия и определения автоматизации</b>				<b>12/0,6</b>
	Тема 1. Классификация систем управления технологическими процессами.	Лекция №1. Классификация систем управления по различным критериям, принципиальные различия в управлении	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие № 1. Применение ИТ в исследовании СУ. Электронные таблицы.		Устный опрос	4/0,3
	Тема 2. Понятие управления.	Лекция №2. Сущность управления, виды управления, Место и роль человека в системе управления.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие № 2. Применение ИТ в исследовании СУ. Система моделирования МВТУ.		Устный опрос	4/0,3
	2.	<b>Раздел 2 Математическое описание автоматических систем управления технологическими процессами.</b>			
Тема 1. Уравнение динамики и статики. Линеаризация.		Лекция №3. Математическая запись уравнения статики и динамики.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие № 3. Определение передаточных коэффициентов и постоянных времени передаточной функции объекта управления по экспериментальным данным.		Устный опрос	2/0,2
Тема 2. Элементарные типовые звенья систем управления и их характеристики.		Лекция №4. Передаточные функции, временные и частотные характеристики типовых звеньев	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие № 4. Правила преобразования структурных схем СУ. ПФ замкнутой СУ		Устный опрос	2/0,1
		Практическое занятие № 5. Правила преобразования структурных схем СУ. ПФ замкнутой СУ		Устный опрос	2/0,1
Тема 3. Регуляторы систем управления технологическими	Лекция №5. Пропорциональный, дифференциальный, интегральный, двух- и трех позиционный законы регулирования. Выбор	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2	

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных/ практических/ семинарских занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	процессами.	регулятора			
		Практическое занятие № 6. Моделирование линейной САУ с различными законами регулирования в МВТУ.		Устный опрос	2/0,2
	<b>Раздел 3 Устойчивость линейных и качество регулирования систем управления.</b>				<b>14</b>
3.	Тема 2. Критерии устойчивости.	Лекция №6. Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие № 7. Анализ устойчивости по алгебраическим и частотным критериям.		Устный опрос	2/0,2
	Тема 3. Методы оценки качества регулирования линейных систем. Коэффициенты ошибок	Лекция №7. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
		Практическое занятие № 8. Методы оценки качества регулирования СУ.		Устный опрос	2/0,2
Тема 4. Обеспечение устойчивости, повышение качества регулирования и синтез линейных систем управления.	Лекция №8. Повышение точности в установившихся режимах.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2	
	Практическое занятие № 9. Моделирование СУ средствами МВТУ.		Устный опрос	4/0,2	
	<b>Раздел 4. Дискретные системы управления технологическими процессами.</b>				<b>14/1</b>
4.	Тема 1. Математическое описание дискретных систем	Лекция №9. Основные типы дискретных систем и их характеристики.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
	Тема 2. Линейные импульсные системы управления.	Лекция №10. Понятие об импульсных системах. Динамические свойства и уравнения импульсных систем.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
	Тема 3. Синтез дискретных систем управления.	Лекция №11. Методы синтеза дискретных систем управления в совершенной нормальной дизъюнктивной и совершенной нормальной конъюнктивной форме.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
Практическое занятие № 10. Моделирование дискретной системы средствами МВТУ.		Устный опрос		8/1	
	<b>Раздел 5. Аппаратные и программные средства систем управления</b>				<b>14/0,6</b>
5.	Тема 1. Первич-	Лекция №12. Классификация пер-	УК-1;	Зачет с	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лабораторных/ практических/ семинарских занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка	
	ные преобразователи информации систем управления.	вичных преобразователей технологической информации	ПКос-1; ПКос-5	оценкой	2/0,2	
		Практическое занятие № 11. Расчет статической характеристики первичного преобразователя температуры.		Устный опрос		
	Тема 2. Усилительные элементы систем управления.	Лекция №13. Классификация усилительных элементов.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2	
		Практическое занятие № 12. Расчет выходного сигнала мостовой схемы как элемента сравнения.		Устный опрос	2/0,2	
	Тема 4. Компьютерные средства управления локальными технологическими процессами.	Лекция №14. Классификация компьютерных средств управления локальными технологическими процессами.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2	
		Практическое занятие № 13. Средства ввода измерительной информации в компьютер. АЦП		Устный опрос	4/0,2	
	<b>Раздел 6. Применение информационных технологий в системах управления технологическими процессами.</b>					<b>14/0,6</b>
	6.	Тема 1. Решение задач анализа и синтеза линейных систем управления с помощью информационных технологий	Лекция №14. Обзор вычислительных методов решения задач анализа и синтеза линейных систем управления.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2
Практическое занятие № 14. Решение задачи синтеза линейной СУ средствами ИТ.			Устный опрос		2/0,2	
Тема 2. Решение задач анализа и синтеза дискретных систем управления с помощью информационных технологий.		Лекция №15. Математические пакеты для решения задач анализа и синтеза дискретных систем управления.	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2	
		Практическое занятие № 15. Решение задачи синтеза дискретной СУ средствами ИТ.		Устный опрос	2/0,2	
Тема 3. Автоматизированное проектирование систем управления.		Лекция №15. Структура процесса проектирования систем управления на основе SCADA – технологий	УК-1; ПКос-1; ПКос-5	Зачет с оценкой	2	
		Практическое занятие № 16. SCADA-система в проектировании СУ		Устный опрос	4/0,2	

#### 4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения автоматизации</b>		
1.	Тема 4. Основные виды алгоритмов функционирования.	Стабилизация, программное управление, системы с поиском экстремума, оптимальное управление, адаптивное управление (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
<b>Раздел 2. Математическое описание автоматических систем управления технологическими процессами.</b>		
2.	Тема 3. Регуляторы систем управления технологическими процессами.	Пропорциональный, дифференциальный, интегральный, двух- и трех позиционный законы регулирования. Выбор регулятора (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
<b>Раздел 3. Устойчивость линейных и качество регулирования систем управления.</b>		
3.	Тема 2. Критерии устойчивости.	Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным критериям (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
<b>Раздел 4. Дискретные системы управления технологическими процессами.</b>		
4.	Тема 1. Математическое описание дискретных систем	Основные типы дискретных систем и их характеристики. Изображение движения в фазовой плоскости. Автоколебания. Приближенное исследование автоколебаний. Устойчивость нелинейных систем (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
5.	Тема 3. Синтез дискретных систем управления.	Алгебра логики. Методы синтеза дискретных систем управления в совершенной нормальной дизъюнктивной и совершенной нормальной конъюнктивной форме (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
<b>Раздел 5. Аппаратные и программные средства систем управления</b>		
6.	Тема 1. Первичные преобразователи информации систем управления.	Классификация первичных преобразователей технологической информации. Первичные преобразователи температуры, влажности, уровня, освещенности, давления. Элементы сравнения (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
7.	Тема 2. Усилительные элементы систем управления.	Классификация усилительных элементов. Усилительные гидравлические пневматические, электрические. Материально-техническая база конструирования усилительных элементов (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
8.	Тема 3. Исполнительные устройства систем управления.	Классификация исполнительных устройств. Электромагнитные и электродвигательные исполнительные механизмы (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).
<b>Раздел 6. Применение информационных технологий в системах управления технологическими процессами.</b>		
9.	Тема 3. Автоматизированное проектирование систем управления.	Особенности системы управления как объекта проектирования. Scada-системы. Применение SCADA-технологий при проектировании систем управления. Структура процесса проектирования систем управления на основе SCADA –технологий (УК-1; ПКос-1; ПКос-5).



## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Современные системы управления технологическими процессами	Л Интерактивная лекция и презентация
2.	Роботизация процессов пищевых производств	Л Интерактивная лекция и презентация
3.	Моделирование дискретной системы средствами МВТУ.	ПЗ Компьютерная симуляция
4.	Средства ввода измерительной информации в компьютер. АЦП	ПЗ Компьютерная симуляция
5.	SCADA-система в проектировании СУ	ПЗ Компьютерная симуляция

### 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

#### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

##### Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой)

1. Функциональная схема САР, примеры.
2. Структурная схема САР, примеры
3. Правила преобразования структурных схем.
4. Преобразование функциональную схему в структурную.
5. Математическое описание объектов управления. Общие принципы.
6. Преобразование Лапласа и его связь с передаточными функциями.
7. Типовые элементарные звенья автоматического регулирования.
8. Блок-схема автоматической системы с одним нелинейным звеном.
9. Типовые нелинейности и их характеристики.
10. Линеаризация нелинейных элементов.
11. Гармоническая линеаризация нелинейных характеристик.
12. Статическая линеаризация нелинейных характеристик.
13. Дифференциальная линеаризация нелинейных характеристик.
14. Методы оценки качества регулирования линейных систем. Общие положения.
15. Оценка качества переходного процесса при воздействии ступенчатой функции.
16. Оценка качества регулирования линейных систем при гармоническом воздействии.
17. Выбор регулятора САР. Выбор закона регулирования САР.
18. Реализация законов регулирования.

19. Основные понятия об управлении. Структурная схема системы управления.
20. Классификация систем автоматического управления.
21. Динамические характеристики объекта управления.
22. Частотные характеристики объекта управления.

## ЧАСТЬ 2

1. Классификация компьютеров.
2. Представление (кодирование) данных.
3. Преобразование чисел из одной системы в другую.
4. Представление чисел в двоичном коде.
5. Классификация первичных преобразователей.
6. Металлические преобразователи температуры.
7. Полупроводниковые преобразователи температуры.
8. Первичные преобразователи влажности.
9. Преобразование и сравнение электрических сигналов первичных преобразователей.
10. Понятие о системах.
11. Классификация систем.
12. Алгебра высказываний.
13. Обобщенная структурная схема компьютера.
14. Технические средства ввода информации в компьютер. Назначение, виды, технические решения.
15. Технические средства вывода информации из компьютера. Назначение, виды, технические решения.
16. Технические средства обработки информации в компьютере. Назначение, виды, технические решения.
17. Представление информации в технических устройствах.
18. Структура машины фон-Неймана.
19. Понятие топологии компьютерных сетей.
20. Виды топологии компьютерных сетей.
21. Виды усилителей сигналов в АСУ.
22. САР и АСУ общие признаки и различие.

### Типы задач:

1. Определение параметров передаточной функции одноемкостного объекта.
2. Расчет статических характеристик термосопротивлений.
3. Расчет статических характеристик элемента сравнения.
4. Построение переходных процессов по заданным передаточным функциям систем аналитическим способом
5. Определение устойчивости системы управления по критерию Гурвица или Михайлова.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине используется традиционная система контроля и оценки успеваемости с выставлением оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий</b> .
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний)</b> .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный</b> .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы</b> .

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Храменков, В. Г. Автоматизация производственных процессов: учебник / В. Г. Храменков. — Томск: ТПУ, 2011. — 343 с. — ISBN 978-5-98298-826-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10325>
2. Хаустов, И. А. Системы управления технологическими процессами: учебное пособие / И. А. Хаустов, Н. В. Суханова. — Воронеж: ВГУИТ, 2018. — 139 с. — ISBN 978-5-00032-372-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117815>
3. Дадаян, Л. Г. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: учебное пособие / Л. Г. Дадаян. — Уфа: УГНТУ, 2018. — 241 с. — ISBN 978-5-7831-1676-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166886>

## 7.2. Дополнительная литература

4. Система управления технологическими процессами: учебное пособие / составитель А. А. Тарасов. — Курск: Курская ГСХА, 2017. — 68 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134806>

5. Пьявченко, Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE: учебное пособие / Т. А. Пьявченко. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1885-5. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67468>

6. Суханова, Н. В. Основы электроники и цифровой схемотехники: учебное пособие / Н. В. Суханова. — Воронеж: ВГУИТ, 2017. — 95 с. — ISBN 978-5-00032-226-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106780>

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.

<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 8

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус №1, ауд.102	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.221	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.326	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
ЦНБ имени Н.И. Железнова, читальный зал	Компьютеры

## **10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины**

Для успешного овладения материалом дисциплины «Системы управления технологическими процессами перерабатывающих производств» необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет - ресурсами, консультации преподавателя.

Занятия, пропущенные студентом по уважительной причине, компенсируются в форме собеседования с преподавателем с последующим выполнением реферата, по заданной преподавателем теме, в полном объеме с оцениванием в баллах. Занятия, пропущенные студентом без уважительной причины, - не отрабатываются. Студент, не посещавший лекции, должен предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться широким использованием интерактивных форм проведения занятий. Занятия в интерактивной форме должны составлять не менее 25 %.

На лекциях следует обратить особое внимание на элементы и детали технических средств автоматизации, излагаемые в разделе 5 Аппаратные и программные средства систем управления

1. Желательно содержание этого раздела сопроводить демонстрацией реальных физических моделей.
2. Демонстрацию устройств технических средств следует производить с помощью слайдов и элементов компьютерной графики, а также различных компьютерных фильмов. Продолжительность фильмом рекомендуется не более 5-7 минут.
3. В условиях отсутствия специализированной учебной лаборатории «Системы управления технологическими процессами и информационные технологии» занятия рекомендуется проводить в компьютерном классе, с одновременным решением нескольких задач:
  1. знакомство с устройством технических средств по схемам и слайдам на компьютере;
  2. изучением методик расчета технических средств на компьютере;
  3. выполнением расчета одного или нескольких элементов систем управления на компьютере;
  4. Оказать помощь студентам в посещении тематических выставок

Программу разработал:

Мартеха А.Н., к.т.н., доцент

