

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000009997



Кафедра электротехники и автоматики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Автоматизация тепловых процессов

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 143 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Юран С. И., доктор технических наук, профессор

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 28.03.2025 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - овладение основами анализа и синтеза систем автоматического и автоматизированного управления теплоэнергетическими и теплотехнологическими процессами и установками, а также получение практических навыков использования освоенных знаний.

Задачи дисциплины:

- изучение основных принципов построения систем автоматического управления на базе современных методов и технических средств;
- приобретение навыков анализа и синтеза систем управления.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Автоматизация тепловых процессов» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

Изучению дисциплины «Автоматизация тепловых процессов» предшествует освоение дисциплин (практик):

Введение в профессиональную деятельность;
Информатика и цифровые технологии;
Физика;
Информационные технологии;
Основы научных исследований;
Математика;
Метрология, сертификация, технические измерения;
Техническая термодинамика;
Электротехника и электроника;
Электропривод;
Электрические машины и аппараты;
Котельные установки и парогенераторы;
Тепломассообмен.

Освоение дисциплины «Автоматизация тепловых процессов» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Технологические энергосистемы предприятий;
Проектирование систем энергообеспечения;
Проектирование энергетических систем;
Электротехнологии в теплоэнергетике;
Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Типовые методики расчетов, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен уметь:

Проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен владеть навыками:

Методиками проведения расчетов по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

- ПК-4 Способен участвовать в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Теоретические основы метрологии, организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения

Студент должен уметь:

Использовать методы контроля работы технологического оборудования и качества выпускаемой продукции

Студент должен владеть навыками:

Методами контроля работы технологического оборудования и качества выпускаемой продукции

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

основные методы научно-исследовательской деятельности

Студент должен уметь:

выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач

Студент должен владеть навыками:

навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр
Контактная работа (всего)	42	42
Лабораторные занятия	14	14
Лекционные занятия	14	14
Практические занятия	14	14
Самостоятельная работа (всего)	66	66
Виды промежуточной аттестации		
Зачет		+
Общая трудоемкость часы	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	3

Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Шестой семестр	Седьмой семестр	Восьмой семестр
Контактная работа (всего)	10	10		
Лабораторные занятия	4	4		
Лекционные занятия	4	4		
Практические занятия	2	2		
Самостоятельная работа (всего)	94	26	32	36
Виды промежуточной аттестации	4		4	
Зачет	4		4	
Общая трудоемкость часы	108	36	36	36
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	1	1	1

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Восьмой семестр, Всего	108	14	14	14	66
Раздел 1	Основные сведения о системах автоматического регулирования	30	4		4	22
Тема 1	Основные понятия и термины систем автоматического регулирования	18	2		4	12
Тема 2	Классификация систем автоматического регулирования	12	2			10
Раздел 2	Математическое описание элементов и систем автоматизации тепловых процессов	27	3	8		16
Тема 3	Статические и динамические характеристики САР	20	2	8		10
Тема 4	Типовые звенья и их характеристики	7	1			6
Раздел 3	Анализ систем автоматизации тепловых процессов и их элементов	33	5	4	4	20
Тема 5	Устойчивость САР	11	1	2		8
Тема 6	Качество регулирования САР	14	2		4	8
Тема 7	Объекты регулирования и их свойства.	8	2	2		4
Раздел 4	Автоматические регуляторы	18	2	2	6	8
Тема 8	Классификация автоматических регуляторов	3	1			2
Тема 9	Методика выбора и настройки автоматического регулятора	15	1	2	6	6

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Введение. Цели и задачи курса. Виды автоматизации. Основные понятия и термины систем автоматического регулирования (САР). Схемы САР. Функциональная схема САР. Элементы функциональной схемы.
Тема 2	принципы автоматического регулирования, алгоритмы функционирования, характер воздействия регулятора на объект регулирования, наличие статической ошибки, законы регулирования (управления)
Тема 3	Типовые входные воздействия на САУ. Передаточная функция. Частотные характеристики и их построение.
Тема 4	Усилительное, интегрирующее и дифференцирующее звенья. Аperiodическое звено первого порядка. Колебательное. Аperiodическое звено второго порядка и звено запаздывания. Структурные схемы САУ и их преобразование. Последовательное, параллельное, встречно-параллельное соединение звеньев, обратные связи.
Тема 5	Устойчивость САР. Условия устойчивости линейных систем. Корневой и алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Запас устойчивости. Логарифмический критерий Найквиста.
Тема 6	Показатели качества регулирования. Прямые методы оценки качества регулирования. Косвенные методы оценки качества регулирования: частотные, интегральные и корневые. Методы улучшения качества регулирования. Введение дифференцирующего и интегрирующего звеньев.
Тема 7	Аккумулирующая способность, самовыравнивание, запаздывание. Методы определения постоянной времени. Определение вида передаточной функции по кривой разгона.
Тема 8	Сравнительная характеристика автоматических регуляторов. САР дискретного действия на базе микроконтроллера.
Тема 9	Ограничения и допущения, принимаемые при выборе и расчете автоматического регулятора.

Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	104	4	2	4	94
Раздел 1	Основные сведения о системах автоматического регулирования	26	1		1	24
Тема 1	Основные понятия и термины систем автоматического регулирования	13,5	0,5		1	12
Тема 2	Классификация систем автоматического регулирования	12,5	0,5			12

Раздел 2	Математическое описание элементов и систем автоматизации тепловых процессов	21	1			20
Тема 3	Статические и динамические характеристики САР	10,5	0,5			10
Тема 4	Типовые звенья и их характеристики	10,5	0,5			10
Раздел 3	Анализ систем автоматизации тепловых процессов и их элементов	33,6	1,6	1	1	30
Тема 5	Устойчивость САР	10,5	0,5			10
Тема 6	Качество регулирования САР	12,5	0,5	1	1	10
Тема 7	Объекты регулирования и их свойства.	10,6	0,6			10
Раздел 4	Автоматические регуляторы	23,4	0,4	1	2	20
Тема 8	Классификация автоматических регуляторов	10,2	0,2			10
Тема 9	Методика выбора и настройки автоматического регулятора	13,2	0,2	1	2	10

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Введение. Цели и задачи курса. Виды автоматизации. Основные понятия и термины систем автоматического регулирования (САР). Схемы САР. Функциональная схема САР. Элементы функциональной схемы.
Тема 2	принципы автоматического регулирования, алгоритмы функционирования, характер воздействия регулятора на объект регулирования, наличие статической ошибки, законы регулирования (управления)
Тема 3	Типовые входные воздействия на САУ. Передаточная функция. Частотные характеристики и их построение.
Тема 4	Усилительное, интегрирующее и дифференцирующее звенья. Аperiodическое звено первого порядка. Колебательное. Аperiodическое звено второго порядка и звено запаздывания. Структурные схемы САУ и их преобразование. Последовательное, параллельное, встречно-параллельное соединение звеньев, обратные связи.
Тема 5	Устойчивость САР. Условия устойчивости линейных систем. Корневой и алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Запас устойчивости. Логарифмический критерий Найквиста.
Тема 6	Показатели качества регулирования. Прямые методы оценки качества регулирования. Косвенные методы оценки качества регулирования: частотные, интегральные и корневые. Методы улучшения качества регулирования. Введение дифференцирующего и интегрирующего звеньев.
Тема 7	Аккумулирующая способность, самовыравнивание, запаздывание. Методы определения постоянной времени. Определение вида передаточной функции по кривой разгона.
Тема 8	Сравнительная характеристика автоматических регуляторов. САР дискретного действия на базе микроконтроллера.
Тема 9	Ограничения и допущения, принимаемые при выборе и расчете автоматического регулятора.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Коломиец А. П., Кондратьева Н. П., Владыкин И. Р., Юран С. И. Электропривод и электрооборудование: - Москва: КолосС, 2006. - 325 с. (111 экз.)
2. Бородин И. Ф., Рысс А. А. Автоматизация технологических процессов: - Москва: Колос, 1996. - 351 с. (3 экз.)
3. Осипов Н. Е. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов технологических специальностей, - Липецк: , 2009. - 131 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/145408/info>
4. Автоматизация тепловых процессов [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам для студентов дневной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» Профиль - Энергообеспечение предприятий, сост. Юран С. И. - Издание 2-е изд., перераб. и доп. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2016. - 112 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=14546>

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Восьмой семестр (66 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (12 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (2 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (16 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (12 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (16 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Разно-уровневые задачи и задания (выполнение) (8 ч.)

Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

Всего часов самостоятельной работы (94 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (14 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (12 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (16 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (10 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (32 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Разно-уровневые задачи и задания (выполнение) (10 ч.)

Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 1: Основные сведения о системах автоматического регулирования.
ПК-2 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 2: Математическое описание элементов и систем автоматизации тепловых процессов.
ПК-2 ПК-4 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 3: Анализ систем автоматизации тепловых процессов и их элементов.

ПК-2 ПК-4 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 4: Автоматические регуляторы.
----------------	--------------------------------	-------	---

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Основные сведения о системах автоматического регулирования

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Укажите особенности автоматизации тепловых процессов.
2. Перечислите основные виды автоматизации технологических процессов.
3. Дайте определение системы автоматического управления (САУ).
4. По каким признакам классифицируются САУ?
5. Из каких блоков состоит САУ?
6. Что такое обратная связь? Виды обратной связи.
7. Какая обратная связь в основном используется в САУ?
8. Какие воздействия имеют место при работе САУ?
9. Приведите функциональную схему САУ и поясните ее принцип действия.
10. Как влияет транспортное запаздывание на работу САУ?
11. Перечислите свойства объектов управления и укажите их влияние на работу САУ.
12. Какой вид запаздывания характеризует постоянная времени?

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Как влияет аккумулирующая способность объекта управления на работу САУ?
2. Почему в САУ в основном используется отрицательная обратная связь?
3. Как зависит чувствительность САУ к внешним воздействиям от коэффициента емкости?
4. Даны два объекта управления. Первый объект имеет коэффициент емкости $c_1=200$, а у второго коэффициент емкости $c_2=500$. В каком объекте управления будет медленнее изменяться управляемая величина под действием регулирующего и возмущающего воздействий.
5. Чему будет равен коэффициент передачи замкнутой САУ, если все блоки схемы имеют коэффициент передачи, равный 1.
6. Определить транспортное запаздывание в САУ при поступлении в топку по транспортеру угля, если длина транспортера равна 14 м, а скорость перемещения угля равна 0,2 м/с.
7. Дана функциональная схема САУ. Чему будет равен коэффициент передачи замкнутой САУ, если все блоки схемы в цепи прямой связи имеют коэффициенты передачи, равные 2, а коэффициент передачи в цепи обратной связи равен 0,2?
8. Дана САУ, работающая по пропорциональному закону. Чему равен сигнал на выходе усилительно-преобразующего устройства, имеющего коэффициент передачи, равный 8, если сигнал ошибки регулирования составляет 0,1 В.

Раздел 2: Математическое описание элементов и систем автоматизации тепловых процессов

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Для каких целей используется статическое и динамическое описание САУ и ее элементов?
2. Что такое статическая характеристика САУ и ее элементов, как она строится?
3. Что такое временная характеристика? Для каких целей она используется?
4. Какие типовые входные воздействия используются при описании САУ и ее элементов?
5. Что понимают под передаточными функциями и с какой целью они используются?
6. Что такое частотные характеристики и с какой целью они используются?
7. В чем преимущества логарифмических частотных характеристик?
8. Дайте определение типового динамического звена.
9. Какие типовые динамические звенья используются при описании САУ тепловыми процессами?

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Динамические свойства каких объектов автоматизации тепловых процессов близки к свойствам типовых динамических звеньев?
2. Каким элементарным звеном можно описать производственное помещение по каналу «мощность теплового потока – температура внутри помещения» в первом приближении?
3. Приведите примеры объектов теплоэнергетики, описываемых усилительным звеном. Поясните их свойства.
4. Приведите примеры объектов теплоэнергетики, описываемых апериодическим звеном первого порядка. Поясните их свойства.
5. Приведите примеры объектов теплоэнергетики, описываемых апериодическим звеном второго порядка. Поясните их свойства.
6. Построить ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена первого порядка при $k = 500$ и $T = 0,1$ с.
7. Для апериодического звена первого порядка оценить несовпадение амплитуд асимптотической и реальной ЛАЧХ на частоте сопряжения.
8. Построить частотные характеристики апериодического звена первого порядка при $k = 40$ и $T = 0,05$ с.
9. Для апериодического звена первого порядка определить наклон ЛАЧХ на частотах, превышающих частоту сопряжения.
10. Характеристическое уравнение САУ имеет вид: $X^3 + 2X^2 + 3X + 10 = 0$.
11. Определить устойчивость САУ по критерию Вышнеградского. Если система неустойчива, определить при каком значении коэффициента a_4 система перейдет в устойчивое состояние.

Раздел 3: Анализ систем автоматизации тепловых процессов и их элементов

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Какими показателями характеризуется работа САУ?
2. Дайте определение устойчивости САУ.
3. Поясните устойчивость САУ на примерах.
4. Какие алгебраические критерии устойчивости используются при оценке работы САУ?
5. В чем суть критерия Гурвица?
6. Какие частотные критерии устойчивости используются для анализа САУ?
7. Что такое запасы устойчивости САУ и как они определяются?

8. По каким показателям оценивается качество регулирования САУ? Приведите примеры.

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Дана переходная характеристика апериодического звена первого порядка. Определите постоянную времени методом касательной, методом «0,632» и экспресс-методом.

2. Определите перерегулирование САУ, если максимальное значение температуры во время переходного процесса составило 42 °С, установившееся значение составило 36 °С.

3. Чему будет равна установившаяся статическая ошибка САУ температуры, если установившееся значение составило 62,5 °С, а заданная температура была 63 °С.

4. АФЧХ разомкнутой САУ пересекает действительную ось в точке (-0,7). Будет ли САУ устойчива? Какой запас устойчивости по амплитуде имеет замкнутая САУ?

5. Какая из двух замкнутых САУ будет более устойчива, если у первой САУ запас устойчивости по фазе составил 47°, а у второй САУ составил 64°? При этом запасы устойчивости по амплитуде этих САУ равны.

6. Как определить время регулирования САУ по переходной характеристике?

7. Как выбирается зона нечувствительности САУ по переходной характеристике, если она не задана?

8. Дана переходная характеристика замкнутой САУ. Определите время регулирования САУ.

ПК-4 Способен участвовать в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

1. Что понимают под постоянной времени объекта управления? Какова методика ее определения?

2. Что понимают под постоянной времени апериодического звена первого порядка, и каков ее физический смысл?

3. Какими методами можно определить постоянную времени апериодического звена первого порядка и апериодического звена второго порядка?

4. АФЧХ разомкнутой САУ пересекает действительную ось в точке (-0,7). Будет ли данная замкнутая САУ устойчива?

5. Коэффициент демпфирования (затухания) типового звена второго порядка равен 1,2. Какое это звено? Приведите его переходную характеристику.

6. Коэффициент демпфирования (затухания) типового звена второго порядка равен 0,3. Какое это звено? Приведите его переходную характеристику.

7. Поясните методику определения времени регулирования САУ по переходной характеристике.

8. Какая из двух САУ будет ближе к границе устойчивости, если первая САУ имеет перерегулирование, равное 16%, а вторая имеет перерегулирование, равное 24%?

Раздел 4: Автоматические регуляторы

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. В чем суть 2-х позиционного регулирования? Изобразите переходную характеристику двухпозиционного автоматического регулятора.

2. Дайте сравнительную характеристику 2-х и 3-х позиционного регулирования.

3. Как изменится частота включения исполнительного механизма, если увеличить дифференциал регулятора? Как при этом изменится качество регулирования?

4. Чем количественно характеризуется тепловая инерционность датчика температуры, от чего она зависит и как влияет на качество регулирования? Пояснить графически.

5. По каким показателям выбирается автоматический регулятор, и какие виды настроек он имеет?

6. Как зависит характер установившегося процесса САУ от изменения зоны нечувствительности?

7. Что понимают под статической характеристикой позиционного регулятора? Приведите примеры этих характеристик.

8. Какой вид имеет статическая характеристика двухпозиционного регулятора?

9. Какова методика расчета (выбора) параметров автоматического регулятора?

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Что такое автоматический регулятор?

2. Какие блоки содержит автоматический регулятор?

3. По каким признакам классифицируются автоматические регуляторы?

4. Приведите примеры автоматических регуляторов по виду регулируемого параметра.

5. Приведите примеры автоматических регуляторов по характеру воздействия на объект управления.

6. Приведите примеры автоматических регуляторов по конструктивному исполнению.

7. Какие виды автоматических регуляторов используются в САУ тепловыми процессами?

ПК-4 Способен участвовать в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

1. Постройте по приведенным данным статическую характеристику датчика температуры и определите коэффициент чувствительности в рабочей точке, равной 42° . Экспериментально полученные точки (температура в градусах, сопротивление датчика в кОмах) имеют следующие значения: 1. (20, 3,00); 2. (40, 1,62); 3. (60, 0,98); 4. (80, 0,65); 5. (100, 0,41).

2. Найти коэффициент статизма САУ уровнем воды, если при изменении расхода воды на 100 л, уровень воды уменьшился на 0,2 м? При этом номинальные значения уровня и расхода воды составляют соответственно 5 м и 500 л.

3. Емкость бака в САУ уровнем воды равна 10000 л, а высота бака равна 4 м. Чему равен коэффициент емкости объекта управления.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Восьмой семестр (Зачет, ПК-2, ПК-4, УК-1)

1. Понятие о теории автоматического управления, автоматизации, ее видах; особенности и задачи автоматизации в теплоэнергетике.

2. Основные понятия и термины автоматического управления.

3. Структурная схема САУ. Обратные связи.

4. Классификация САУ. Критерии: принцип автоматического управления, алгоритм функционирования, характер воздействия регулятора на объект управления.

5. Классификация САУ. Критерии: закон управления, наличие статической ошибки.

6. Режимы работы функциональных элементов и САУ. Типовые воздействия в ТАУ.

7. Передаточная функция. Пример расчета передаточной функции типового звена.

8. Связь передаточной функции с дифференциальным уравнением, временными диаграммами, частотными характеристиками.

9. Частотные характеристики (АФЧХ, АЧХ, ФЧХ).

10. Логарифмические частотные характеристики.

11. Типовые звенья автоматики и виды их описаний (усилительное, апериодическое звено первого порядка).

12. Типовые звенья автоматики и виды их описаний (дифференцирующее и интегрирующее).

13. Типовые звенья автоматики и виды их описаний (колебательное и консервативное).

14. Типовые звенья автоматики и виды их описаний (апериодическое звено второго порядка, звено запаздывания).
15. Соединение функциональных элементов в структурно-алгоритмических схемах.
16. Преобразование структурно-алгоритмических схем.
17. Устойчивость линейных систем. Классический (корневой критерий устойчивости).
18. Алгебраические критерии устойчивости.
19. Частотные критерии устойчивости.
20. Свойства объектов управления. Аккумулирующая способность, самовыравнивание и запаздывание.
21. Методика определения передаточных функций объектов регулирования.
22. Качество регулирования САУ. Прямые и интегральные методы оценки качества регулирования.
23. Качество регулирования САУ. Частотные и корневые методы оценки качества регулирования.
24. Методы улучшения качества регулирования САУ с помощью дифференцирующих и интегрирующих звеньев.
25. Классификация автоматических регуляторов. Методика выбора и расчета непрерывного автоматического регулятора.
26. Допущения и ограничения, принимаемые при выборе и расчете автоматических регуляторов.
27. Сравнительная характеристика автоматических регуляторов.
28. САУ дискретного действия на базе микроконтроллера.

8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме,

предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. Осипов Н. Е. Автоматизация технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов технологических специальностей, - Липецк: , 2009. - 131 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/145408/info>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <http://elib.udsau.ru/> - библиотека электронных учебных пособий Удмуртского ГАУ
2. <http://portal.udsau.ru> - Интернет-портал Удмуртского ГАУ
3. <http://ebs.rgazu.ru> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) ФГБОУ ВО РГАЗУ "AgriLib"
4. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека E-library
5. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9390 - «Возобновляемая энергия. Российский центр солнечной энергии "Интерсоларцентр"»
6. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=50617 - «Альтернативная энергетика»
7. <https://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»

8. <http://www.energoeffekt21.ru/> - Портал "ЭнергоЭффективность XXI век"
9. <http://www.enes-expo.ru/ru/> - Портал "Энергоэффективность и Энергосбережение"

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.
Лабораторные занятия	При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя. Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу. Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

	- проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий. Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование. При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся: - организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ; - изучает информационные материалы; - подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями. В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).

Практические занятия	Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций. По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации. При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя. Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу. Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий: - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.
-----------------------------	--

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

12. Перечень информационных технологий

Информационные технологии реализации дисциплины включают

12.1 Программное обеспечение

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, компьютерами с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть университета, Лабораторные стенды
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.