

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Рег. № 000004094



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра энергетики и электротехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологии

Очная, заочная, очно-заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 146 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Ниязов А. М., кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2022 года

## **1. Цель и задачи изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов системы знаний и изучение общих принципов автоматизированного и автоматического управления технологическими процессами систем теплоэнергоснабжения

Задачи дисциплины:

- - познакомить с основными закономерности эффективного управления технологическими процессами, функциями и задачами автоматических и автоматизированных систем управления;
- - знать основные критерии управления, информационных, управляющих, вспомогательных функциях АСУ ТП, об организации подсистем АСУ ТП;
- - уметь сформулировать и обосновывать технические решения при выборе схем автоматического регулирования технологических параметров и структуры АСУ ТП и АИИС ТП.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Изучению дисциплины «Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии» предшествует освоение дисциплин (практик):

Автоматизированные системы и комплексы в теплоэнергетике;  
Моделирование и оптимизация в теплоэнергетике.

Освоение дисциплины «Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

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-3 Способен к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ**

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

Студент должен знать:

Принципы управления коллективом исполнителей и принятия решений, определение порядка выполнения работ

Студент должен уметь:

Распределять обязанности в коллективе исполнителей и определять порядок выполнения работ

Студент должен владеть навыками:

Методиками руководства коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ

**- ПК-6 Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях**

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

Студент должен знать:

Базовые знания в области управления и организации технологическими процессами

Студент должен уметь:

Разрабатывать меро-приятия по технологическому управлению процессами с применением АИИС

Студент должен владеть навыками:

Методами управления и анализа организации процесса автоматизированных систем

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

Вид учебной работы	Всего часов	Третий семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
Практические занятия	18	18
Лекционные занятия	6	6
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый триместр	Шестой триместр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	2	2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
Зачет	4	4	
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый триместр	Шестой триместр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	
Практические занятия	10	10	
Лекционные занятия	4	4	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>36</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
Зачет	4	4	
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Третий семестр, Всего</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>18</b>		<b>48</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Понятие системы управления</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>8</b>
Тема 1	Иерархия АСУ. Назначение, цели и функции АСУТП. Критерии управления	7	1	2		4
Тема 2	Понятие и признаки многоуровневых иерархических систем. Множественные оценки состояния систем	7	1	2		4
<b>Раздел 2</b>	<b>Принципы автоматизированного управления технологическим объектом</b>	<b>58</b>	<b>4</b>	<b>14</b>		<b>40</b>
Тема 3	Методы исследования динамики объектов управления. Методы решения задач статической оптимизации, применяемые в АСУ	28	2	6		20
Тема 4	Виды управляющих воздействий и автоматическое регулирование тепловых объектов	30	2	8		20

### Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Введение. Понятия технологического объекта управления, исходного и конечного продуктов тепловой энергоустановки; назначение и разновидности автоматизированных систем управления (АСУ). Особенности управления технологическим процессом на ТЭС и КЭС. Критерии управления. Методы эффективной альтернативы. Функции АСУ ТП: информационные функции, управляющие, вспомогательные. Подсистемы АСУ ТП
Тема 2	Понятие и признаки многоуровневых иерархических систем. Примеры реализации МИС в энергетике. Декомпозиция МИС по наиболее характерным признакам; вертикальная и горизонтальная декомпозиции, примеры. Иерархический подход к проектированию вновь создаваемых многоуровневых АСУ. Организация оперативно-диспетчерского управления. Технологическое множество контролируемых и управляемых величин, множественные оценки состояния систем, примеры использования в задачах управления. Самоорганизующаяся (СОС) и самонастраивающаяся (СНС) системы; примеры реализации в системах управления
Тема 3	Методы исследования динамики объектов управления. Организация управления технологическим процессом энергообъектов Методы решения задач статической оптимизации, применяемые в АСУ энергообъектов

Тема 4	<p>Управление технологическим объектом в режимах: «советчика» оператору, супервизорного управления, прямого цифрового управления, распределенного цифрового управления. Понятие функциональной группы основного и вспомогательного оборудования. АСУ ТП энергообъектов как система управления единым технологическим процессом; преимущества по сравнению с автономными системами автоматизации отдельных агрегатов. Автоматическое регулирование паровых котлов. Паровой барабанный котел как объект управления.</p> <p>Безопасность и надежность теплоэнергетического оборудования. Требования к технологическим защитам блоков</p>
--------	---

### Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>68</b>	<b>2</b>	<b>10</b>		<b>56</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Понятие системы управления</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		<b>8</b>
Тема 1	Иерархия АСУ. Назначение, цели и функции АСУТП. Критерии управления	6		2		4
Тема 2	Понятие и признаки многоуровневых иерархических систем. Множественные оценки состояния систем	7	1	2		4
<b>Раздел 2</b>	<b>Принципы автоматизированного управления технологическим объектом</b>	<b>55</b>	<b>1</b>	<b>6</b>		<b>48</b>
Тема 3	Методы исследования динамики объектов управления. Методы решения задач статической оптимизации, применяемые в АСУ	32	1	3		28
Тема 4	Виды управляющих воздействий и автоматическое регулирование тепловых объектов	23		3		20

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	<p>Введение. Понятия технологического объекта управления, исходного и конечного продуктов тепловой энергоустановки; назначение и разновидности автоматизированных систем управления (АСУ). Особенности управления технологическим процессом на ТЭС и КЭС. Критерии управления. Методы эффективной альтернативы. Функции АСУ ТП: информационные функции, управляющие, вспомогательные. Подсистемы АСУ ТП</p>

Тема 2	Понятие и признаки многоуровневых иерархических систем. Примеры реализации МИС в энергетике. Декомпозиция МИС по наиболее характерным признакам; вертикальная и горизонтальная декомпозиции, примеры. Иерархический подход к проектированию вновь создаваемых многоуровневых АСУ. Организация оперативно-диспетчерского управления. Технологическое множество контролируемых и управляемых величин, множественные оценки состояния систем, примеры использования в задачах управления. Самоорганизующаяся (СОС) и самонастраивающаяся (СНС) системы; примеры реализации в системах управления
Тема 3	Методы исследования динамики объектов управления. Организация управления технологическим процессом энергообъектов Методы решения задач статической оптимизации, применяемые в АСУ энергообъектов
Тема 4	Управление технологическим объектом в режимах: «советчика» оператору, супервизорного управления, прямого цифрового управления, распределенного цифрового управления. Понятие функциональной группы основного и вспомогательного оборудования. АСУ ТП энергообъектов как система управления единым технологическим процессом; преимущества по сравнению с автономными системами автоматизации отдельных агрегатов. Автоматическое регулирование паровых котлов. Паровой барабанный котел как объект управления. Безопасность и надежность теплоэнергетического оборудования. Требования к технологическим защитам блоков

#### Тематическое планирование (очно-заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>68</b>	<b>4</b>	<b>10</b>		<b>54</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Понятие системы управления</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>24</b>
Тема 1	Иерархия АСУ. Назначение, цели и функции АСУТП. Критерии управления	15	1	2		12
Тема 2	Понятие и признаки многоуровневых иерархических систем. Множественные оценки состояния систем	15	1	2		12
<b>Раздел 2</b>	<b>Принципы автоматизированного управления технологическим объектом</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>30</b>
Тема 3	Методы исследования динамики объектов управления. Методы решения задач статической оптимизации, применяемые в АСУ	20	1	4		15
Тема 4	Виды управляющих воздействий и автоматическое регулирование тепловых объектов	18	1	2		15

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

## Содержание дисциплины (очно-заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Введение. Понятия технологического объекта управления, исходного и конечного продуктов тепловой энергоустановки; назначение и разновидности автоматизированных систем управления (АСУ). Особенности управления технологическим процессом на ТЭС и КЭС. Критерии управления. Методы эффективной альтернативы. Функции АСУ ТП: информационные функции, управляющие, вспомогательные. Подсистемы АСУ ТП
Тема 2	Понятие и признаки многоуровневых иерархических систем. Примеры реализации МИС в энергетике. Декомпозиция МИС по наиболее характерным признакам; вертикальная и горизонтальная декомпозиции, примеры. Иерархический подход к проектированию вновь создаваемых многоуровневых АСУ. Организация оперативно-диспетчерского управления. Технологическое множество контролируемых и управляемых величин, множественные оценки состояния систем, примеры использования в задачах управления. Самоорганизующаяся (СОС) и самонастраивающаяся (СНС) системы; примеры реализации в системах управления
Тема 3	Методы исследования динамики объектов управления. Организация управления технологическим процессом энергообъектов Методы решения задач статической оптимизации, применяемые в АСУ энергообъектов
Тема 4	Управление технологическим объектом в режимах: «советчика» оператору, супервизорного управления, прямого цифрового управления, распределенного цифрового управления. Понятие функциональной группы основного и вспомогательного оборудования. АСУ ТП энергообъектов как система управления единым технологическим процессом; преимущества по сравнению с автономными системами автоматизации отдельных агрегатов. Автоматическое регулирование паровых котлов. Паровой барабанный котел как объект управления. Безопасность и надежность теплоэнергетического оборудования. Требования к технологическим защитам блоков

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

#### Литература для самостоятельной работы студентов

1. Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» / сост. А. М. Ниязов. - Ижевск : [б. и.], 2016. - 52 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13155>

2. Автоматизация адаптивного управления производством на промышленном предприятии : [ Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 230105 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» / [М. В. Андреев и др.] ; Поволжский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. - Самара : [б. и.], 2009. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/278730/info>

3. Осипов, Н. Е.

Автоматизация технологических процессов : [ Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов технологических специальностей / Н. Е. Осипов. - Липецк : [б. и.], 2009. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/145408/info>

#### Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

### Третий семестр (48 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (18 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: Работа с рекомендуемой литературы (30 ч.)

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

### Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

#### Всего часов самостоятельной работы (56 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (18 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: Работа с рекомендуемой литературы (38 ч.)

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

### Вопросы и задания для самостоятельной работы (очно-заочная форма обучения)

#### Всего часов самостоятельной работы (54 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (18 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: Работа с рекомендуемой литературы (36 ч.)

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

### 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-3 ПК-6	2 курс, Третий семестр	Зачет	Раздел 1: Понятие системы управления.
ПК-3 ПК-6	2 курс, Третий семестр	Зачет	Раздел 2: Принципы автоматизированного управления технологическим объектом.



## 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 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: Понятие системы управления

ПК-3 Способен к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ

1. Основные функциональные элементы регулятора и алгоритм его функционирования. Аналоговые и цифровые регуляторы. Фундаментальные принципы управления.

2. Передаточные функции и передаточные матрицы для описания САУ. Типовые звенья и их временные и частотные характеристики. Виды соединений звеньев. Определение передаточной функции системы по передаточным функциям отдельных звеньев. Передаточная функция замкнутой системы.

3. Уравнения состояния для описания одномерных и многомерных систем. Получение этих уравнений по передаточной функции и обратные процедуры. Построение наблюдателей. Управляемость и наблюдаемость систем.

4. Устойчивость линейных систем. Условия устойчивости линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста). Запасы устойчивости. Определение устойчивости.

5. Системы с запаздыванием. Частотные критерии устойчивости для систем с запаздыванием.

ПК-6 Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях

1. Качество переходных процессов. Оценка качества САУ по переходной характеристике. Оценка качества САУ при гармонических воздействиях. Корневые методы оценки качества САУ. Интегральные критерии качества. Взаимосвязь различных критериев качества.

2. Повышение точности САУ. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации.

3. Типовые законы регулирования. Параметрическая оптимизация системы. Передаточная функция последовательного соединения звеньев системы.

4. Уравнение состояния для дискретной системы. Использование ПИД закона регулирования в дискретных системах. Цифровые САУ. Системы с широтно-импульсной модуляцией. Системы с частотно-импульсной модуляцией.

5. Идентификация статических и динамических систем. Виды оценок параметров.

6. Основные направления и методы моделирования. Основные положения теории подобия. Формы представления математических моделей. Методы построения статических моделей технологических процессов (ТП).

7. Системы верхнего уровня АСУТП (подсистемы идентификации, адаптации, статической оптимизации режима ТП).

8. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП.

Раздел 2: Принципы автоматизированного управления технологическим объектом

ПК-3 Способен к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ

1. Методы определения свойств и характеристик объектов. Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта. Экспериментальные методы определения свойств объектов.

2. Синтез одноконтурных промышленных систем регулирования: постановка задачи; основные качественные характеристики; методы синтеза АСР по прямым и косвенным показателям качества. Основные методы расчета оптимальных настроечных параметров промышленных регуляторов для одноконтурных АСР.

3. Синтез и расчет комбинированных АСР. Системы с подключением динамического компенсатора. Синтез и расчет каскадных АСР. Основные структуры, принципы расчета каскадных АСР.

4. Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР с типовыми законами регулирования на объектах с запаздыванием.

5. Имитационное моделирование. Свойства имитационных моделей. Проблемно-ориентированные имитационные системы. Методы имитации.

ПК-6 Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях

1. Системы верхнего уровня АСУТП (подсистемы идентификации, адаптации, статической оптимизации режима ТП).

2. Системы нижнего уровня АСУТП (подсистемы автоматизированного контроля и стабилизации режима ТП). Взаимодействие подсистем в ходе функционирования технологического объекта.

3. Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Управление предприятием по 2-х и 3-х уровневой иерархии: структурные схемы; задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии. Интегрированные АСУ крупными промышленными предприятиями.

4. Иерархия целей и принятия решений.

5. Особенности технологического процесса преобразования энергии на ТЭС.

6. Назначение АСУ. Состав функций АСУ ТП.

7. Принципы автоматизированного управления технологическим объектом.

8. Способы представления информации оператору. Информационные функции технических средств.

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

##### **Третий семестр (Зачет, ПК-3, ПК-6)**

1. Основные функциональные элементы регулятора и алгоритм его функционирования. Аналоговые и цифровые регуляторы. Фундаментальные принципы управления.

2. Передаточные функции и передаточные матрицы для описания САУ. Типовые звенья и их временные и частотные характеристики. Виды соединений звеньев. Определение передаточной функции системы по передаточным функциям отдельных звеньев. Передаточная функция замкнутой системы.

3. Уравнения состояния для описания одномерных и многомерных систем. Получение этих уравнений по передаточной функции и обратные процедуры. Построение наблюдателей. Управляемость и наблюдаемость систем.

4. Устойчивость линейных систем. Условия устойчивости линейных систем. Алгебраические и частотные критерии устойчивости (Рауса-Гурвица, Михайлова, Найквиста). Запасы устойчивости. Определение устойчивости.

5. Системы с запаздыванием. Частотные критерии устойчивости для систем с запаздыванием.

6. Качество переходных процессов. Оценка качества САУ по переходной характеристике. Оценка качества САУ при гармонических воздействиях. Корневые методы оценки качества САУ. Интегральные критерии качества. Взаимосвязь различных критериев качества.

7. Повышение точности САУ. Инвариантность и комбинированное управление. Метод динамической компенсации.
8. Типовые законы регулирования. Параметрическая оптимизация системы. Передаточная функция последовательного соединения звеньев системы.
9. Уравнение состояния для дискретной системы. Использование ПИД закона регулирования в дискретных системах. Цифровые САУ. Системы с широтно-импульсной модуляцией. Системы с частотно-импульсной модуляцией.
10. Идентификация статических и динамических систем. Виды оценок параметров.
11. Основные направления и методы моделирования. Основные положения теории подобия. Формы представления математических моделей. Методы построения статических моделей технологических процессов (ТП).
12. Имитационное моделирование. Свойства имитационных моделей. Проблемно-ориентированные имитационные системы. Методы имитации.
13. Системы верхнего уровня АСУТП (подсистемы идентификации, адаптации, статической оптимизации режима ТП).
14. Системы нижнего уровня АСУТП (подсистемы автоматизированного контроля и стабилизации режима ТП). Взаимодействие подсистем в ходе функционирования технологического объекта.
15. Понятие об автоматизированных и автоматических системах управления. Управление предприятием по 2-х и 3-х уровневой иерархии: структурные схемы; задачи и технические решения на отдельных уровнях иерархии. Интегрированные АСУ крупными промышленными предприятиями.
16. Основные функции и типовая функциональная структура АСУ ТП. Основные виды обеспечения АСУТП. Основные тенденции и проблемы развития АСУ ТП.
17. Методы определения свойств и характеристик объектов. Аналитические методы определения характеристик объектов. Методики вывода передаточных функций объекта. Экспериментальные методы определения свойств объектов.
18. Синтез одноконтурных промышленных систем регулирования: постановка задачи; основные качественные характеристики; методы синтеза АСР по прямым и косвенным показателям качества. Основные методы расчета оптимальных настроечных параметров промышленных регуляторов для одноконтурных АСР.
19. Синтез и расчет комбинированных АСР. Системы с подключением динамического компенсатора. Синтез и расчет каскадных АСР. Основные структуры, принципы расчета каскадных АСР.
20. Регулирование объектов с запаздыванием. Особенности применения одноконтурных АСР с типовыми законами регулирования на объектах с запаздыванием.
21. Регулирование многосвязных объектов. Синтез и расчет систем несвязанного регулирования многосвязных объектов. Синтез и расчет систем связанного регулирования многосвязных объектов. Основные типы структур и принципы расчета. Методики расчета компенсаторов.
22. Структура многоуровневой системы (сигналы признаки МИС, признаки объединения подсистем).
23. Иерархия целей и принятия решений.
24. Организационная и функциональная структуры многоуровневой АСУ.
25. Особенности технологического процесса преобразования энергии на ТЭС.
26. Модели статики.
27. Градиентный метод направленного поиска.

**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. Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» / сост. А. М. Ниязов. - Ижевск : [б. и.], 2016. - 52 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13155>

2. Курбанов, Р. Ф. Управление техническими системами : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие по выполнению лабораторно-практических работ / Р. Ф. Курбанов, С. С. Храмцов ; ФГБОУ ВПО Вятская ГСХА. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киров : [б. и.], 2013. - on-line : рис., табл. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/3262>

3. Автоматизация адаптивного управления производством на промышленном предприятии : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 230105 – «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем» / [М. В. Андреев и др.] ; Поволжский гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. - Самара : [б. и.], 2009. - on-line. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/278730/info>

4. Масленникова О. Е., Гаврилова И. В. Основы искусственного интеллекта [Электронный ресурс]: учебное пособие : [для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 050202.65 - "Информатика"], - Издание 3-е изд., стер. - Москва: Флинта, 2019. - 283 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/246531/info>

## **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://lib.rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека на базе технологии Контекстум
3. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
4. [portal.izhgsha.ru](http://portal.izhgsha.ru) - Портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА с ситемой тестирования, информацией об успеваемости, ВКР, расписаниями учебных занятий и преподавателей

## **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	<p>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.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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.).</p> <p>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.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>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.</p>
Самостоятельная работа	<p>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.</p>

	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p>

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) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся 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. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. 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, компьютерами с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть университета
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.