

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
авиационной и морской техники  
\_\_\_\_\_ Красильникова О.А.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Автоматизированные системы управления технологическими процессами  
тепловых электрических станций»

Направление подготовки	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Технология производства тепловой и электрической энергии
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2022
Форма обучения	Очно-заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

Кандидат технических наук

\_\_\_\_\_ Баранов Е.В

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Тепловые энергетические установки»

\_\_\_\_\_ Смирнов А.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Технология производства тепловой и электрической энергии» по направлению подготовки «13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника».

Задачи дисциплины	Удовлетворять требования к профессионализму специалиста в области автоматизированных систем управления технологическими процессами тепловых электрических станций
Основные разделы / темы дисциплины	Аналоговые САУ. Статика и динамика аналоговых САУ. Дискретные САУ. Микропроцессорные САУ. Проектирование, эксплуатация и исследования аналоговых и микропроцессорных САУ.

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-6 Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях	ПК-6.1 Знает принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами производства тепловой и электрической энергии, методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике ПК-6.2 Умеет определять тип автоматизированных систем управления ПК-6.3 Владеет навыком определения характеристик систем автоматизированного управления	Знать: статические и динамические характеристики объектов и систем управления, промышленные аналоговые и цифровые элементы систем, показатели устойчивости и качества аналоговых и цифровых систем Уметь: различать системы управления энергетическим оборудованием Владеть: методами определения статических и динамических характеристик объектов и систем управления

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций» изучается на 2 курсе, 4 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Производственная практика (технологическая практика)».

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 з.е., 180 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	14
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) из них в форме практической подготовки	8 4
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	158
Промежуточная аттестация обучающихся – Курсовая работа, Зачет с оценкой	-

### 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Раздел 1 Автоматизированная ТЭС как система</b>				
Системный подход к автоматизированной ТЭС	1			6
ТЭС как объект автоматизированного управления	1			6
<b>Раздел 2 Аналоговые системы автоматизированного управления ТЭС</b>				
Статика и динамика паровых турбин как объектов автоматизированного управления	0,5			8
Исследование статических и динамических характеристик паровых турбин как объектов регулирования скорости	0,5		1	3
Конструктивные и схемные решения регуляторов скорости паровых турбин как пример проектных решений в регуляторостроении	1			6
Статика и динамика регуляторов скорости паровых турбин. Регуляторные характеристики паровых турбин	0,5			6
Исследование статических и динамических характеристик различных типов регуляторов скорости паровых турбин	0,5		1	3
Регуляторные характеристики паровых и газовых турбин	0,5			6
Динамика систем автоматического регулирования скорости паровых и газовых турбин	0,5			7

Исследование математических моделей САР скорости паровых турбин с П-, ПИ- и ПИД-регуляторами	0,5		2	3
Критерии устойчивости САР скорости паровых турбин	0,5			6
<b>Раздел 3 Цифровые системы автоматизированного управления ТЭС</b>				
Микропроцессоры – технологическая основа цифровых САУ ТЭС	1			6
Элемент памяти микропроцессорных систем управления	0,5			6
Программное обеспечение микропроцессорных систем управления (МПС) ТЭС	0,5			6
Аппаратное обеспечение МПС	0,5			6
Последовательные и параллельные регистры	0,5			6
Кодирование программ	0,5		2	3
Элементы проектирования МПС ТЭС	0,5			6
Блок-схемы МПС паровых турбин	0,5		2	3
Стандартные функции и типовые конфигурации МПС ТЭС	0,5			6
Выполнение и подготовка к защите курсовой работы				50
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	12		8	158

### **6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических разделов дисциплины	93
Подготовка к занятиям семинарского типа	15
Подготовка и оформление курсовой работы	50
<b>Итого</b>	<b>158</b>

## **7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **8.1 Основная литература**

1. Малыхин А.А., Смирнов А.В. Введение в автоматизированное управление теплоэнергетическими установками: учеб. пособие/ А.А. Малыхин, А.В. Смирнов.- Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013.-308с.

2. Андык В.С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС: учебник/ В.С. Андык.-Москва, Юрайт, 2017-323 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Малыхин А.А., Смирнов А.В. Элементы анализа и синтеза линейных систем управления теплоэнергетическими установками с использованием системы MatLAB: учеб. пособие/ А.А. Малыхин, А.В. Смирнов. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВО «КнАГТУ», 2006. – 108с.

2. Малыхин А.А., Смирнов А.В. Дискретные системы автоматизированного управления теплоэнергетическими установками: учеб. пособие/ А.А. Малыхин, А.В. Смирнов.- Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2008.-112с.

3. Стерман Л.С., Лавыгин В.М. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов. -2-е изд.перер.- М.: Изд-во МЭИ, 2000.- 408 с.

### **8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины предусмотрены все виды учебных занятий (лекции, практические занятия) и самостоятельные виды работ.

На лекциях необходимо составлять конспект, а предварительно повторить предыдущие темы.

На практических занятиях необходимо использовать лекционные записи, справочные материалы.

При выполнении курсового проекта необходимо использовать лекционные материалы, справочники. Особенно важно посещать консультации преподавателя, где рассматриваются проблемные вопросы.

### **8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU.

2. [Thermophysics.Ru](http://thermophysics.ru) – портал по теплофизике: проекты, программы, учебные пособия, депозитарий научных работ, диссертации, периодика (<http://thermophysics.ru/index.php>).

3. [Энергетика и промышленность России](https://www.eprussia.ru/) – информационная система энергетического комплекса и связанных с ним отраслей (<https://www.eprussia.ru/>).

### **8.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Электронная библиотека теплоэнергетика (<http://teplolib.ucoz.ru>).
2. [Сайт теплотехника](http://teplokot.ru/) – большая техническая библиотека. Новости, статьи, диссертации, журналы (<http://teplokot.ru/>).

### **8.6 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
MicrosoftImaginePremium	Лицензионный договор АЭ223 №008/65 от 11.01.2019
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
SMathStudio	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://ru.smath.info/">https://ru.smath.info/</a>

## **9 Организационно-педагогические условия**

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**



Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.  
 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
212a/2	Аудитория для занятий семинарского типа (вычислительный класс)	Электронно-вычислительные машины

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

Отсутствуют

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказа-

ния помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций»

Направление подготовки	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) образовательной программы	Технология производства тепловой и электрической энергии
Квалификация выпускника	Магистр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2	4	5

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-6 Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях	<p>ПК-6.1 Знает принципы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами производства тепловой и электрической энергии, методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике</p> <p>ПК-6.2 Умеет определять тип автоматизированных систем управления</p> <p>ПК-6.3 Владеет навыком определения характеристик систем автоматизированного управления</p>	<p><b>Знать:</b> статические и динамические характеристики объектов и систем управления, промышленные аналоговые и цифровые элементы систем, показатели устойчивости и качества аналоговых и цифровых систем</p> <p><b>Уметь:</b> различать системы управления энергетическим оборудованием</p> <p><b>Владеть:</b> методами определения статических и динамических характеристик объектов и систем управления</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций	ПК-6	Опорный конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
	ПК-6	Собеседование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина, прочность, систематичность знаний;</li> <li>- адекватность применяемых знаний ситуации;</li> <li>- рациональность используемых подходов;</li> <li>- степень проявления необходимых профессионально значимых личностных качеств;</li> <li>- степень значимости определенных ценностей;</li> </ul>

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- проявленное отношение к определенным объектам, ситуациям;</li> <li>- умение поддерживать и активизировать беседу, корректное поведение.</li> </ul>
	ПК-6	Отчеты по лабораторным работам	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;</li> <li>- установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
	ПК-6	Курсовая работа	<ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие предполагаемым ответам;</li> <li>- правильное использование алгоритма выполнения решения;</li> <li>- логика рассуждений;</li> <li>- неординарность подхода к решению задач.</li> </ul>

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
4 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Опорный конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.

Собеседование (2вопроса)	В течение семестра	40 баллов	30 баллов - студент правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. 24 балла - студент ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. 18 баллов - студент ответил на теоретические вопросы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов -при ответе на теоретические вопросы студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний.
Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	30 баллов	30 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 24 баллов- задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 18 баллов- студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
<b>ИТОГО:</b>		100 баллов	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

4 семестр

**Промежуточная аттестация в форме «КР»**

По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания

- оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указан-

ные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

### Задания для текущего контроля

#### *Вопросы для собеседования*

- 1 Статическая устойчивость паровых турбин.
- 2 Динамика паровых турбин.
- 3 Регуляторы прямого действия скорости вращения турбин.
- 4 Регуляторы непрямого действия.
- 5 Статика САР скорости паровых турбин.
- 6 Регуляторные характеристики паровых турбин.
- 7 Статика САР скорости параллельно-работающих паровых турбогенераторов.
- 8 Динамика САР скорости паровых турбин.
- 9 Условия устойчивости САР.
- 10 Оптимизация САР скорости паровых турбин.
- 11 Метод корневого годографа. Сущность и ограниченность метода.
- 12 Статическая устойчивость объекта и динамическая устойчивость системы управления.
- 13 Дискретные системы с жесткими и гибкими структурами.
- 14 Аппаратное обеспечение микропроцессорных систем управления (МПС).
- 15 Типовая схема простой МПС.
- 16 Программное обеспечение МПС.
- 17 Кодирование программ МПС.
- 18 Язык программирования МПС.
- 19 Структура процессора МПС.
- 20 Исполнительный цикл процессора.
- 21 Вспомогательные системы МПС.
- 22 Триггеры, регистры, память МПС.

#### *Примеры заданий для занятий семинарского типа*

*Пример 1.* Сформировать **tf**-модель с одним входом и двумя выходами с матричной передаточной функцией:

$$\begin{bmatrix} -s/(s-1) \\ (s^2 - 5s + 6)/(s^2 + s) \end{bmatrix}$$



$tf(\{-5; [1 \ -5 \ 6]\}, \{ [1 \ -1]; [1 \ 1 \ 0] \})$

Transfer function from input to output

$$\# 1: \frac{5}{s - 1}$$

$$\# 2: \frac{s^2 - 5s + 6}{s^2 + s}$$

**Пример 2.** Сформировать непрерывную **tf**-модель с одним входом и двумя выходами, с именами для входа `Ток`, для выхода `Момент` и `Угловая скорость` и переменной `p`.

$num = \{ [1 \ 1]; 1 \}$

$den = \{ [1 \ 2 \ 2]; [1 \ 0] \}$

$H = tf(num, den)$

$set(H, 'input', 'Ток')$

$set(H, 'output', \{ 'Момент' 'Угловая скорость' \})$

$set(H, 'variable', 'p')$

$H$

Transpose function from input `Ток` to output ...

$$\text{Момент: } \frac{p + 1}{p^2 + 2p + 2}$$

$$\text{Угловая скорость: } \frac{1}{p}$$

**Пример.** Объединить объект управления  $G$  и регулятор  $H$  в контур с отрицательной обратной связью в соответствии с заданной структурной схемой.

$G = tf([2 \ 5 \ 1], [1 \ 2], 'inputname', 'Момент', 'outputname', 'Скорость')$

$H = zpk(-2, -10, 5)$

$cloop = feedback(G, H)$

zero/pole/gain from input `Момент` to output `Скорость`

$0.18182(s+10)(s+2.281)(s+0.2192)$

$(s+3.419)(s^2+1.763s+1.064)$

**Пример.** Сгенерировать тестовые сигналы с периодом  $S[i]$ , продолжительностью 30 с и периодом дискретности 0,1 с.

$[u, t] = gensig('sin', 5, 30, 0.1)$

$subplot(3, 1, 1), plot(t, u)$

$[u, t] = gensig('square', 5, 30, 0.1)$

$subplot(3, 1, 2), plot(t, u)$

$[u, t] = gensig('pulse', 5, 30, 0.1)$

$subplot(3, 1, 3), plot(t, u)$

### **Примеры контрольных вопросов для лабораторных работ**

**Лабораторная работа 1.** Типовые динамические звенья

1. Методы исследования динамики реальных технических систем.
2. Типовые динамические звенья.
3. Цель введения понятия «типовое динамическое звено».
4. Передаточная функция.
5. Годограф Найквиста.
6. Диаграмма Боде.

**Лабораторная работа 2.** Критерий устойчивости Вышнеградского

1. Линейные динамические системы.
2. Свободное и вынужденное движение линейных систем.
3. Общие условия устойчивости линейных систем.
4. Критерии устойчивости.
5. Критерий устойчивости Вышнеградского.

*Лабораторная работа 3. Исследование устойчивости САУ скорости турбин*

1. Структурная схема САУ.
2. Статические, астатические и изодромные регуляторы.
3. Общие условия устойчивости линейных систем.
4. Частотные критерии устойчивости.
5. Переходные процессы в САУ.

### ***Характеристика курсовой работы***

Курсовая работа является существенной частью компетенции и владения знаниями и навыками, относящимися к дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций»

На КР выделяется 50 часов самостоятельной работы.

Темы КР разрабатываются индивидуально для каждого студента в первые 1...2 недели семестра. В этот период проводятся консультации с руководителями магистерских диссертаций, что обеспечивает сквозное проектирование КП-КР-МД для большей части студентов.

Базой для выполнения КР являются компьютерные программы, которые позволяют рассчитывать САУ скорости реальных турбоустановок различных типов КЭС и ТЭЦ. В процессе выполнения КР преподаватель проверяет последовательно выполнение каждого раздела занятия; к выполнению следующего раздела студент допускается только после проверки предъявляемого раздела и ответа на контрольные вопросы.

В соответствии с графиком КР выполняется в течении 15 недель. Защита КР производится на 16 неделе. Защита КР и оценка результатов производится в соответствии с технологической картой дисциплины.

Курсовая работа (КР) включает в себя следующие разделы:

*Часть 1. Синтез и анализ аналоговой САУ скорости паровой турбины.*

- 1.1 Конструктивная схема САУ.
- 1.2 Функциональная и структурная схемы САУ.
- 1.3 Исследование статики и динамики САУ.
- 1.4 Результаты исследования.

*Часть 2. Синтез и анализ аналоговой САУ скорости паровой турбины.*

- 2.1 Словесное описание алгоритма функционирования (АФ) САУ.
- 2.2 Блок-схема АФ.
- 2.3 Выбор и обоснование аппаратного обеспечения САУ.
- 2.4 Схемы и описание основных блоков САУ.
- 2.5 Заключение.

*Типовые контрольные вопросы для собеседования по курсовой работе по дисциплине «Автоматизированные системы управления технологическими процессами тепловых электрических станций»*

- 1 Типовое динамическое звено.
- 2 Передаточная функция.
- 3 Динамическая устойчивость САУ.
- 4 Общие условия устойчивости САУ.
- 5 Критерии устойчивости.

- 6 Коэффициент самовыравнивания.
- 7 Годограф Найквиста.
- 8 Диаграммы Боде.
- 9 Микропроцессор (МП) и его основные характеристики.
- 10 Цикл МП.
- 11 Устройства ввода-вывода.
- 12 Элементы памяти.
- 13 Подключение внешних устройств к МП.