

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый заместитель  
директора НЧИ КФУ  
Симонова Л.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Программа дисциплины

Теория автоматического управления и моделирование систем Б1.В.ОД.7

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: на базе СПО

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Автор(ы):** Зиятдинов Р.Р. , Романовский Э.А.

**Рецензент(ы):** Илюхин А.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Симонова Л. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Отделение информационных технологий и энергетических систем) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Зиятдинов Р.Р. (Кафедра автоматизации и управления, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RRZiyatdinov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Романовский Э.А. (Кафедра автоматизации и управления, Отделение информационных технологий и энергетических систем), EARomanovskij@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-19	способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами
ПК-2	способностью выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий
ПК-23	способностью выполнять работы по наладке, настройке, регулировке, опытной проверке, регламентному техническому, эксплуатационному обслуживанию оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, средств программного обеспечения, сертификационным испытаниям изделий
ПК-7	способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- методологические основы функционирования, моделирования, анализа и синтеза САУ;
- основные стандартные формы и свойства математических моделей САУ;
- основные методы анализа САУ во временной и частотной областях, способы синтеза САУ, типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем;
- основы моделирования продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации;
- основы моделирования средств и систем контроля и управления процессами, жизненным циклом продукции и её качеством.

Должен уметь:

- строить математические модели объектов управления и САУ;
- проводить анализ САУ, оценивать статические и динамические характеристики;
- рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять анализ их устойчивости, синтез регуляторов;
- выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей основных технологических процессов.

Должен владеть:

- навыками построения систем автоматического управления системами и процессами;
- навыками математического и компьютерного моделирования САУ;

- навыками по настройке, регулировке, опытной проверке средств и систем управления.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации;

- участвовать в разработке проектов по автоматизации средств и систем контроля, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств ()" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2, 3 курсах в 3, 4, 5 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 17 зачетных(ые) единиц(ы) на 612 часа(ов).

Контактная работа - 60 часа(ов), в том числе лекции - 30 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 30 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 530 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 22 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия и определения, основные формы представления моделей	3	2	0	0	31
2.	Тема 2. Классификация систем автоматического регулирования и управления	3	2	0	2	31
3.	Тема 3. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов	3	2	0	2	31
4.	Тема 4. Типовые динамические звенья и их характеристики	3	3	0	2	31
5.	Тема 5. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния	3	3	0	2	32
6.	Тема 6. Устойчивость линейных систем	3	2	0	2	32
7.	Тема 7. Качество процессов управления	4	1	0	2	32
8.	Тема 8. Синтез линейных систем автоматического управления	4	1	0	2	33
9.	Тема 9. Нестационарные и стохастические линейные системы автоматического управления	4	1	0	0	33
10.	Тема 10. Нелинейные системы автоматического управления	4	1	0	0	32

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
11.	Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления	4	0	0	2	33
12.	Тема 12. Робастные и адаптивные системы автоматического управления	4	0	0	2	32
13.	Тема 13. Моделирование систем и процессов	5	2	0	2	24
14.	Тема 14. Моделирование динамических систем	5	2	0	2	24
15.	Тема 15. Основные формы моделей скалярных динамических систем	5	2	0	2	24
16.	Тема 16. Основные формы моделей матричных динамических систем	5	2	0	2	25
17.	Тема 17. Модели динамических систем в пространстве состояний	5	2	0	2	25
18.	Тема 18. Фундаментальные свойства линейных динамических систем	5	2	0	2	25
	Итого		30	0	30	530

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основные понятия и определения, основные формы представления моделей

Энергетические домены. Основные определения: информация и принципы управления, управление, ручное и автоматическое управление, объекты управления, системы автоматического управления (САУ), регулирование, объекты регулирования, системы автоматического регулирования (САР), регулируемые параметры, заданные и текущие значения, рассогласование, воздействия, возмущающие, задающие и регулирующие воздействия, входные и выходные параметры. Проблемы дисциплины. Цели и задачи теории управления, содержание курса. Обзор основных стандартных форм представления моделей: нормальная форма Коши и форма пространства состояний.

### Тема 2. Классификация систем автоматического регулирования и управления

Основные элементы САР и их назначение. Разновидности систем по назначению, виду используемой энергии, по конструкции регуляторов. Регулирование по отклонению, возмущению и комбинированное. Разомкнутые и замкнутые системы. Системы стабилизации, программного управления и следящие. Системы непрерывного, релейного и дискретного типа. Линейные и нелинейные системы. Стационарные и нестационарные системы, системы с распределенными параметрами и с запаздыванием. Системы прямого и непрямого действия, одномерные и многомерные. Статические и астатические системы. Классификация систем по закону регулирования. Примеры систем управления

### Тема 3. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов

Определение статической характеристики звена. Примеры. Линеаризация статических характеристик. Статические характеристики системы. Построение статической характеристики САУ по статическим характеристикам составляющих звеньев. Экспериментальное определение статических характеристик. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Динамические характеристики. Методика составления дифференциальных уравнений САУ. Передаточные функции и структурные схемы. Характеристическое уравнение. Временные и частотные характеристики. Типовые воздействия. Экспериментальное определение динамических характеристик, способы их обработки. Передаточные функции замкнутых систем. Передаточные функции системы относительно ошибки по задающему и возмущающему воздействиям.

### Тема 4. Типовые динамические звенья и их характеристики

Понятие об элементарных динамических звеньях. Уравнения и характеристики звеньев: усилительного, апериодического, колебательного, консервативного, дифференцирующего, интегрирующего, запаздывающего. Интегро-дифференцирующие и неминимально-фазовые звенья. Примеры типовых звеньев. Типовые соединения динамических звеньев. Правила структурных преобразований.

### Тема 5. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния

Уравнения состояния линейных систем автоматического управления. Пример составления уравнений состояния. Решение матричного дифференциального уравнения. Переходная матрица. Методы вычисления переходной матрицы. Метод разложения в ряд. Метод, основанный на теореме Сильвестра. Численные методы расчета матричной экспоненты. Общее решение однородной и неоднородной системы уравнений состояния непрерывной САУ. Матричная передаточная функция. Управляемость и наблюдаемость.

#### **Тема 6. Устойчивость линейных систем**

Определение устойчивости. Необходимые и достаточные условия устойчивости, критерии устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Сравнительный анализ различных критериев устойчивости. Устойчивость систем с запаздыванием. Выделение областей устойчивости. Структурная неустойчивость. Анализ устойчивости по уравнению переменных состояния и по характеристическому уравнению. Чувствительность. Чувствительность устойчивости. Условия нечувствительности.

#### **Тема 7. Качество процессов управления**

Основные показатели качества процессов управления. Прямые и косвенные методы исследования качества. Статическая, кинематическая и динамическая ошибки. Использование коэффициентов ошибок. Численные и аналитические методы расчета переходных характеристик. Качество регулирования при стандартных воздействиях. Корневые оценки качества. Колебательность. Оценка качества переходной характеристики по расположению нулей и полюсов передаточной функции. Оценка качества переходной характеристики по вещественной частной характеристике. Линейные интегральные оценки. Простейшая квадратичная интегральная оценка. Квадратичная интегральная оценка с весовым коэффициентом. Понятие о численных методах минимизации квадратичных оценок. Частотные методы исследования качества. Машинные и аналитические методы построения частотных характеристик. Оценка качества регулирования по амплитудно-частотной характеристике. Полоса существенных частот. Способы улучшения качества управления. Инвариантные системы.

#### **Тема 8. Синтез линейных систем автоматического управления**

Постановка задачи синтеза. Задачи и методы синтеза линейных систем. Выбор параметров по заданной точности. Построение логарифмических частотных характеристик. Синтез САУ методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик. Методы построения желаемых логарифмических частотных характеристик. Примеры. Выбор корректирующих устройств (КУ). Сравнение методов коррекции. Корректирующие устройства последовательные, параллельные, в обратной связи и комбинированные.

#### **Тема 9. Нестационарные и стохастические линейные системы автоматического управления**

Общее понятие о системах с переменными параметрами. Особенности анализа и синтеза систем с переменными параметрами. Случайные процессы и их основные характеристики. Корреляционные функции и спектральные плотности случайного процесса. Задачи исследования линейных систем при случайных стационарных воздействиях. Синтез оптимальных по точности систем при случайных стационарных воздействиях.

#### **Тема 10. Нелинейные системы автоматического управления**

Особенности нелинейных систем. Основные типовые нелинейности. Определение характеристик эквивалентного звена при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении нелинейностей. Системы с одним нелинейным элементом и их структурная схема. Устойчивость нелинейных систем. Вибрационная линеаризация нелинейностей. Анализ поведения систем на фазовой плоскости. Метод гармонического баланса. Методы линеаризации нелинейных уравнений. Устойчивость нелинейных систем по Ляпунову. Абсолютная устойчивость. Частотный критерий абсолютной устойчивости. Определение амплитуды и частоты автоколебаний.

#### **Тема 11. Оптимальные системы автоматического управления**

Постановка задачи оптимального управления. Классификация систем оптимального управления. Системы управления, оптимальные по быстродействию, по расходу ресурсов и энергии. Методы исследования систем оптимального управления. Основы классического вариационного исчисления. Принцип максимума и его применение для решения задач оптимального управления. Оптимальные по быстродействию системы автоматического управления. Динамическое программирование и его применение для решения задач оптимального управления. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.

#### **Тема 12. Робастные и адаптивные системы автоматического управления**

Понятие о робастных системах автоматического управления. Понятие об адаптивных системах автоматического управления и их классификация. Самонастраивающиеся поисковые и беспоисковые САУ. Понятие о саморегулирующихся системах автоматического управления. Системы с адаптацией в особых фазовых состояниях. Обучающиеся системы. Адаптивные системы управления в механообработке. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.

#### **Тема 13. Моделирование систем и процессов**

Предмет и задачи раздела, посвященного моделированию систем и процессов. Структура и содержание раздела, посвященного моделированию систем и процессов. Основные понятия. Классификация систем и процессов. Модели систем и процессов. Классификация моделей. Классификация видов моделирования. Методы математического моделирования.

#### **Тема 14. Моделирование динамических систем**

Моделирование динамических систем. Основные понятия. Классификация динамических систем. Математическая модель динамической системы. Алгоритм составления уравнений динамики. Линеаризация уравнений математической модели. Примеры формирования модели для электрической системы. Способы отображения динамических структур. Структурные схемы, графы.

#### **Тема 15. Основные формы моделей скалярных динамических систем**

Основные формы моделей скалярных динамических систем. Нормальная форма Коши. Форма пространства состояний. Форма передаточных функций. Дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка. Временные характеристики динамических систем. Частотные характеристики. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем.

#### **Тема 16. Основные формы моделей матричных динамических систем**

Основные формы моделей векторных (матричных) динамических систем. Матричные передаточная и весовая функции. Полиномиально-матричное описание линейных динамических систем. Описание векторных динамических систем в пространстве состояний. Структура моделей векторных динамических систем в пространстве состояний.

#### **Тема 17. Модели динамических систем в пространстве состояний**

Модели динамических систем в пространстве состояний. Основные понятия и определения. Выбор переменных состояния. Особенности составления уравнений состояния для механических систем. Особенности составления уравнений состояния для электрических цепей. Формирование уравнений состояния по дифференциальному уравнению. Формирование уравнений состояния по передаточной функции. Формирование уравнений состояния по структурной схеме. Формирование уравнений состояния по известным уравнениям подсистем.

#### **Тема 18. Фундаментальные свойства линейных динамических систем**

Фундаментальные свойства линейных динамических систем. Устойчивость линейных динамических систем. Управляемость динамических систем. Наблюдаемость динамических систем. Формулы для оценки устойчивости, управляемости, наблюдаемости динамических систем. Канонические формы математических моделей динамических систем.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-19 , ПК-23 , ПК-7	1. Основные понятия и определения, основные формы представления моделей 2. Классификация систем автоматического регулирования и управления 3. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов
2	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-7 , ПК-23 , ПК-19	4. Типовые динамические звенья и их характеристики 5. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния 6. Устойчивость линейных систем
3	Контрольная работа	ПК-2 , ПК-7 , ПК-23 , ПК-19	1. Основные понятия и определения, основные формы представления моделей 2. Классификация систем автоматического регулирования и управления 3. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов 4. Типовые динамические звенья и их характеристики 5. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния 6. Устойчивость линейных систем
	<b>Зачет</b>	ПК-19, ПК-2, ПК-23, ПК-7	
<b>Семестр 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-7 , ПК-19 , ПК-23	7. Качество процессов управления 8. Синтез линейных систем автоматического управления 9. Нестационарные и стохастические линейные системы автоматического управления
2	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-7 , ПК-23 , ПК-19	10. Нелинейные системы автоматического управления 11. Оптимальные системы автоматического управления 12. Робастные и адаптивные системы автоматического управления
3	Контрольная работа	ПК-2 , ПК-7 , ПК-23 , ПК-19	7. Качество процессов управления 8. Синтез линейных систем автоматического управления 9. Нестационарные и стохастические линейные системы автоматического управления 10. Нелинейные системы автоматического управления 11. Оптимальные системы автоматического управления 12. Робастные и адаптивные системы автоматического управления
	<b>Экзамен</b>	ПК-19, ПК-2, ПК-23, ПК-7	
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-7 , ПК-19 , ПК-23	13. Моделирование систем и процессов 14. Моделирование динамических систем 15. Основные формы моделей скалярных динамических систем
2	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-7 , ПК-23 , ПК-19	16. Основные формы моделей матричных динамических систем 17. Модели динамических систем в пространстве состояний 18. Фундаментальные свойства линейных динамических систем



Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
3	Курсовая работа по дисциплине	ПК-2 , ПК-7 , ПК-23 , ПК-19	13. Моделирование систем и процессов 14. Моделирование динамических систем 15. Основные формы моделей скалярных динамических систем 16. Основные формы моделей матричных динамических систем 17. Модели динамических систем в пространстве состояний 18. Фундаментальные свойства линейных динамических систем
	<b>Экзамен</b>	ПК-19, ПК-2, ПК-23, ПК-7	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используемые источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используемые источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

### 6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Семестр 3

#### Текущий контроль

#### 1. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3

Лабораторная работа N 1. Знакомство с компьютерной средой MATLAB - Основные понятия и особенности среды MATLAB. Работа с матрицами и с полиномами. Работа с передаточными функциями.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 1. Обзор всех основных команд MATLAB.

Задание 2. Выполнить все основные команды, реализующие операции над матрицами.

Задание 3. Выполнить все основные команды, реализующие операции над полиномами.

Лабораторная работа N 2. Моделирование линейных непрерывных систем с помощью передаточных функций - Форма передаточных функций. Способы описания в среде MATLAB моделей объектов и систем (lti-объектов) в форме передаточных функций. Создание более сложных lti-объектов.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 4. Создать две передаточные функции заданных систем.

Задание 5. Создать три новые системы путем последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения двух исходных передаточных функций.

Задание 6. Для каждой из полученных трех передаточных функций выполнить построение переходной характеристики.

Задание 7. Для каждой из полученных трех передаточных функций выполнить построение АФЧХ и ЛАФЧХ.

Лабораторная работа N 3. Моделирование линейных непрерывных систем в пространстве состояний - Форма пространства состояний. Способы описания в среде MATLAB моделей объектов и систем (lти-объектов) в форме пространства состояний. Преобразование lти-объектов к разным формам. Создание более сложных lти-объектов.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 8. На основе двух передаточных функций, полученных в предыдущей работе, создать две модели систем в пространстве состояний.

Задание 9. Создать три новые модели систем в пространстве состояний путем последовательного, параллельного и встречно-параллельного соединения двух моделей исходных систем.

Задание 10. Для каждой из полученных трех моделей в пространстве состояний выполнить построение переходной характеристики, АФЧХ и ЛАФЧХ.

Лабораторная работа N 4. Определение временных характеристик линейных непрерывных систем - Временные характеристики. Переходные и весовые характеристики. Построение временных характеристик в среде MATLAB. Определение показателей качества переходных характеристик.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 11. Для предложенных систем выполнить построение переходных характеристик.

Задание 12. Для предложенных систем выполнить построение весовых характеристик.

Задание 13. Для построенных переходных характеристик определить показатели качества переходного процесса.

Задание 14. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

Лабораторная работа N 5. Определение частотных характеристик линейных непрерывных систем - Частотные характеристики: вещественная, мнимая, амплитудная и фазовая частотные характеристики, амплитудно-фазо-частотная характеристика, логарифмическая амплитудно-фазо-частотная характеристика. Построение частотных характеристик в среде MATLAB и их анализ.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 15. Для предложенных систем выполнить построение ВЧХ.

Задание 16. Для предложенных систем выполнить построение МЧХ.

Задание 17. Для предложенных систем выполнить построение АЧХ.

Задание 18. Для предложенных систем выполнить построение ФЧХ.

Задание 19. Для предложенных систем выполнить построение АФЧХ и ЛАФЧХ.

Задание 20. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

## 2. Лабораторные работы

Темы 4, 5, 6

Лабораторная работа N 6. Моделирование линейных непрерывных систем средствами пакета Simulink - Основные понятия и особенности подсистемы Simulink в среде MATLAB. Проведение процесса и анализ результатов имитационного моделирования объектов и систем в пакете Simulink.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 1. В среде Simulink построить модель заданной системы.

Задание 2. В среде Simulink выполнить имитационное моделирование переходных процессов, построить переходную характеристику.

Задание 3. Провести анализ полученных результатов.

Лабораторная работа N 7. Типовые динамические звенья систем управления - Обзор типовых звеньев и их моделей. Построение и сравнительный анализ динамических характеристик типовых звеньев в среде MATLAB.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 4. Для заданных типовых звеньев построить в командной строке среды MATLAB характеристики: АФЧХ, ЛАФЧХ и ПХ.

Задание 5. Для заданных типовых звеньев построить в среде Simulink ПХ.

Задание 6. Провести анализ полученных результатов.

Лабораторная работа N 8. Исследование типовых звеньев при различных их соединениях - Возможные соединения типовых динамических звеньев: последовательное, параллельное, встречно-параллельное.

Построение и сравнительный анализ динамических характеристик различных соединений типовых звеньев в среде MATLAB.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 7. Согласно индивидуальному заданию выполнить в командной строке среды MATLAB соединения типовых звеньев с получением двух новых систем.

Задание 8. Для полученных систем построить в командной строке среды MATLAB характеристики: АФЧХ, ЛАФЧХ и ПХ.

Задание 9. Для полученных двух систем построить в среде Simulink ПХ.

Задание 10. Провести анализ полученных результатов.

Лабораторная работа N 9. Нахождение математической модели объекта по экспериментальным переходным характеристикам - Сглаживание негладких экспериментальных переходных характеристик. Нормирование переходных характеристик. Нахождение модели объекта по сглаженной переходной характеристике с использованием среды MATLAB.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 11. Произвести сглаживание заданной негладкой ПХ.

Задание 12. Выполнить нормирование сглаженной ПХ.

Задание 13. Для полученной сглаженной нормированной ПХ определить математическую модель.

Задание 14. Оценить точность полученной модели.

## 3. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Перечень тем работ:

1. Энергетические домены и предмет изучения ТАУ. Основные определения, проблемы, цели и задачи дисциплины.
2. Классификация САР и САУ: по виду задающего воздействия, по наличию обратных связей и законам управления.
3. Классификация САР и САУ: по математическим признакам, по типу ошибки в установившемся режиме, по способу настройки.
4. Стандартные формы представления моделей САР и САУ. Нормальная форма Коши. Пример.
5. Форма пространства состояний: пространство состояний, переменные состояния, уравнения состояния, выходные уравнения. Структурная схема модели объекта или системы в пространстве состояний.
6. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Обратное преобразование Лапласа. Решение дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа.
7. Форма передаточных функций: передаточные функции (ПФ), их нули и полюса, матричные ПФ, преобразование Фурье, частотные передаточные функции.
8. Статические характеристики САР и САУ и формы их представления. Типовые входные воздействия САУ.
9. Временные характеристики САР и САУ: понятие временной характеристики, переходные характеристики, весовые характеристики.
10. Частотные характеристики САР и САУ: понятие частотной характеристики, разновидности частотных характеристик, АЧХ, ФЧХ, АФХ, ВЧХ, МЧХ.
11. Частотные характеристики САР и САУ: АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ, ЛАФХ.
12. Типовые динамические звенья: безинерционное звено, апериодическое звено.
13. Типовые динамические звенья: колебательное звено, консервативное звено.
14. Типовые динамические звенья: идеальное интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено.
15. Типовые динамические звенья: реальные интегрирующее и дифференцирующее звенья, инерционное звено второго порядка, изодромные и форсирующие звенья первого и второго порядков.
16. Типовые динамические звенья: идеальное запаздывающее звено. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Примеры.
17. Общие сведения о структурных схемах: структурная схема, элемент, сигналы, точки съема, сумматоры. Порядок составления структурных схем.
18. Правила структурных преобразований.
19. ПФ разомкнутых и замкнутых систем.
20. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных систем: устойчивость, определение ее по корням характеристического уравнения, управляемость и наблюдаемость, определение их по модели системы.
21. Алгебраические критерии устойчивости САУ: критерий Гурвица (формулировка, условия устойчивости для систем 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядков), критерий Рауса.
22. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случая, когда разомкнутая система устойчива.
23. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случая, когда разомкнутая система лежит на границе устойчивости, и для случая, когда она неустойчива.
24. Факторы, способные повлиять на потерю устойчивости. Запас устойчивости замкнутой САР (запасы устойчивости по амплитуде и фазе).

### **Зачет**

Вопросы к зачету:

1. Энергетические домены и предмет изучения ТАУ. Основные определения, проблемы, цели и задачи дисциплины.
2. Классификация САР и САУ: по виду задающего воздействия, по наличию обратных связей и законам управления.
3. Классификация САР и САУ: по математическим признакам, по типу ошибки в установившемся режиме, по способу настройки.
4. Стандартные формы представления моделей САР и САУ. Нормальная форма Коши. Пример.
5. Форма пространства состояний: пространство состояний, переменные состояния, уравнения состояния, выходные уравнения. Структурная схема модели объекта или системы в пространстве состояний.
6. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Обратное преобразование Лапласа. Решение дифференциальных уравнений с использованием преобразования Лапласа.
7. Форма передаточных функций: передаточные функции (ПФ), их нули и полюса, матричные ПФ, преобразование Фурье, частотные передаточные функции.
8. Статические характеристики САР и САУ и формы их представления. Типовые входные воздействия САУ.
9. Временные характеристики САР и САУ: понятие временной характеристики, переходные характеристики, весовые характеристики.
10. Частотные характеристики САР и САУ: понятие частотной характеристики, разновидности частотных характеристик, АЧХ, ФЧХ, АФХ, ВЧХ, МЧХ.
11. Частотные характеристики САР и САУ: АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ, ЛАФХ.
12. Типовые динамические звенья: безинерционное звено, апериодическое звено.
13. Типовые динамические звенья: колебательное звено, консервативное звено.

14. Типовые динамические звенья: идеальное интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено.
15. Типовые динамические звенья: реальные интегрирующее и дифференцирующее звенья, инерционное звено второго порядка, изодромные и форсирующие звенья первого и второго порядков.
16. Типовые динамические звенья: идеальное запаздывающее звено. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Примеры.
17. Общие сведения о структурных схемах: структурная схема, элемент, сигналы, точки съема, сумматоры. Порядок составления структурных схем.
18. Правила структурных преобразований.
19. ПФ разомкнутых и замкнутых систем.
20. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных систем: устойчивость, определение ее по корням характеристического уравнения, управляемость и наблюдаемость, определение их по модели системы.
21. Алгебраические критерии устойчивости САУ: критерий Гурвица (формулировка, условия устойчивости для систем 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядков), критерий Рауса.
22. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова. Частотный критерий устойчивости замкнутой САУ Найквиста для случая, когда разомкнутая система устойчива.
23. Частотный критерий устойчивости замкнутой САУ Найквиста для случая, когда разомкнутая система лежит на границе устойчивости, и для случая, когда она неустойчива.
24. Факторы, способные повлиять на потерю устойчивости. Запас устойчивости замкнутой САУ (запасы устойчивости по амплитуде и фазе).

#### **Семестр 4**

##### **Текущий контроль**

##### **1. Лабораторные работы**

Темы 7, 8, 9

Лабораторная работа N 10. Исследование инвариантной системы - Особенности инвариантных систем. Имитационное моделирование в подсистеме Simulink инвариантной системы управления. Анализ результатов моделирования.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 1. В Simulink построить имитационную модель заданной системы.

Задание 2. В Simulink построить модель инвариантной к ней системы по отношению к задающему воздействию.

Задание 3. Произвести анализ результатов моделирования.

Лабораторная работа N 11. Исследование САУ с различными регуляторами при различных оптимальных настройках их параметров - Понятие регулятора. Понятие оптимального регулятора. Сравнительный анализ САУ с различными регуляторами при различных оптимальных настройках их параметров в среде MATLAB.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 4. В Simulink построить имитационную модель заданной системы.

Задание 5. В Simulink выполнить имитационное моделирование заданной системы с добавлением в ее состав различных заданных регуляторов.

Задание 6. Произвести сравнительный анализ полученных переходных характеристик.

Лабораторная работа N 12. Анализ и синтез следящей системы - Методы синтеза систем управления. Способы синтеза систем управления частотным методом. Синтез следящей линейной системы одним из способов с использованием среды MATLAB.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 7. Выполнить моделирование в командной строке среды MATLAB заданной системы.

Задание 8. Заданным методом произвести синтез следящей системы.

Задание 9. В Simulink выполнить имитационное моделирование синтезированной системы.

Задание 10. Произвести анализ результатов синтеза.

Лабораторная работа N 13. Исследование нелинейной САУ - Нелинейные системы. Типовые нелинейности. Исследование нелинейной САУ с некоторыми типовыми нелинейностями в подсистеме Simulink.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 11. Добавляя заданные нелинейные элементы в соответствующие места системы, синтезированной в предыдущей работе, построить переходные характеристики полученных в результате систем.

Задание 12. Произвести сравнительный анализ полученных переходных характеристик.

##### **2. Лабораторные работы**

Темы 10, 11, 12

Лабораторная работа N 14. Исследование релейной САУ - Суть метода гармонической линеаризации. Исследование релейной САУ с применением метода гармонической линеаризации в подсистеме Simulink.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 1. Согласно индивидуальному заданию создать в среде Simulink релейную систему.

Задание 2. В Simulink произвести гармоническую линеаризацию полученной релейной системы.

Задание 3. Выполнить расчет амплитуды и частоты гармонического сигнала, возникающего в гармонически линеаризованной системе.

Задание 4. Провести анализ результатов гармонической линеаризации.

Лабораторная работа N 15. Исследование импульсной САР - Общие понятия о дискретных системах. Формирователи. Исследование импульсной системы регулирования с формирователем нулевого порядка в подсистеме Simulink.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 5. Согласно индивидуальному заданию создать в среде Simulink импульсную систему.

Задание 6. Выполнить имитационное моделирование полученной импульсной системы при различных заданных значениях периода квантования в системы.

Задание 7. Произвести анализ полученных переходных характеристик.

Задание 8. Выполнить построение зависимости времени переходного процесса и перерегулирования от периода квантования.

Лабораторная работа N 16. Построение одноктактных автоматов - Общие понятия об одноктактных логических системах управления. Имитационное моделирование и анализ работы одноктактной логической системы управления в подсистеме Simulink.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 9. Создать в среде Simulink заданную одноктактную логическую систему управления.

Задание 10. В среде Simulink выполнить имитационное моделирование полученной системы.

Задание 11. Провести анализ полученных результатов.

Лабораторная работа N 17. Построение многотактной системы - Общие понятия об многотактных логических системах управления. Имитационное моделирование и анализ работы многотактной логической системы управления в подсистеме Simulink.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 12. Создать в среде Simulink заданную многотактную логическую систему управления.

Задание 13. В среде Simulink выполнить имитационное моделирование полученной системы.

Задание 14. Провести анализ полученных результатов.

### **3. Контрольная работа**

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

Перечень тем работ:

1. Подразделения систем по виду задающего воздействия, наличию обратных связей и законам управления, математическим признакам.
2. Подразделения систем по типу ошибки в САР или в САУ в установившемся режиме, способу настройки САР или САУ. Направления развития теории управления.
3. Качество процессов управления. Статическая точность. Три характерных случая установившейся ошибки.
4. Коэффициенты ошибок. Определение установившихся ошибок с использованием коэффициентов ошибок.
5. Показатели качества переходных характеристик (по задающему и по возмущающему воздействиям): время переходного процесса, перерегулирование, число перебегов и пр.
6. Косвенные оценки качества переходных характеристик: интегральные оценки качества.
7. Косвенные оценки качества переходных характеристик: корневые оценки качества.
8. Повышение качества регулирования использованием местных обратных связей, использованием комбинированного управления (инвариантные системы).
9. Способы повышения статической точности увеличением коэффициента передачи разомкнутой системы, обеспечением астатизма.
10. Повышение качества регулирования использованием корректирующих устройств.
11. Задачи и методы синтеза систем. Синтез систем методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Желаемая ЛАЧХ.
12. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. В. Солодовникова.
13. Построение желаемой ЛАЧХ методом Е. А. Санковского - Г. П. Сигалова.
14. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. А. Бесекерского.
15. Выбор корректирующих устройств последовательного, встречно-параллельного и параллельного типов.
16. Нелинейные системы и их особенности.
17. Типовые нелинейности и их характеристики. Основные методы исследования нелинейных систем.
18. Метод фазовой плоскости, фазовые траектории. Определение автоколебаний в нелинейных системах по фазовым траекториям.
19. Метод гармонической линеаризации. Применение критерия Михайлова для определения автоколебаний и устойчивости гармонически линеаризованной системы.
20. Прямой метод исследования устойчивости А. М. Ляпунова.
21. Абсолютная устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости В. М. Попова.
22. Оптимальные системы автоматического управления: общие сведения, классификация.
23. Принцип максимума Понтрягина.
24. Необходимость применения адаптивных систем управления в механообработке. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.
25. Общие сведения о робастных системах. Структурные схемы систем управления с микро-ЭВМ. Два класса структур цифровых систем управления.

### **Экзамен**



Вопросы к экзамену:

1. Подразделения систем по виду задающего воздействия, наличию обратных связей и законам управления, математическим признакам.
2. Подразделения систем по типу ошибки в САР или в САУ в установившемся режиме, способу настройки САР или САУ. Направления развития теории управления.
3. Качество процессов управления. Статическая точность. Три характерных случая установившейся ошибки.
4. Коэффициенты ошибок. Определение установившихся ошибок с использованием коэффициентов ошибок.
5. Показатели качества переходных характеристик (по задающему и по возмущающему воздействиям): время переходного процесса, перерегулирование, число перебегов и пр.
6. Косвенные оценки качества переходных характеристик: интегральные оценки качества.
7. Косвенные оценки качества переходных характеристик: корневые оценки качества.
8. Повышение качества регулирования использованием местных обратных связей, использованием комбинированного управления (инвариантные системы).
9. Способы повышения статической точности увеличением коэффициента передачи разомкнутой системы, обеспечением астатизма.
10. Повышение качества регулирования использованием корректирующих устройств.
11. Задачи и методы синтеза систем. Синтез систем методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Желаемая ЛАЧХ.
12. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. В. Солодовникова.
13. Построение желаемой ЛАЧХ методом Е. А. Санковского - Г. П. Сигалова.
14. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. А. Бесекерского.
15. Выбор корректирующих устройств последовательного, встречно-параллельного и параллельного типов.
16. Нелинейные системы и их особенности.
17. Типовые нелинейности и их характеристики. Основные методы исследования нелинейных систем.
18. Метод фазовой плоскости, фазовые траектории. Определение автоколебаний в нелинейных системах по фазовым траекториям.
19. Метод гармонической линеаризации. Применение критерия Михайлова для определения автоколебаний и устойчивости гармонически линеаризованной системы.
20. Прямой метод исследования устойчивости А. М. Ляпунова.
21. Абсолютная устойчивость нелинейных систем. Критерий абсолютной устойчивости В. М. Попова.
22. Оптимальные системы автоматического управления: общие сведения, классификация.
23. Принцип максимума Понтрягина.
24. Необходимость применения адаптивных систем управления в механообработке. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.
25. Общие сведения о робастных системах. Структурные схемы систем управления с микро-ЭВМ. Два класса структур цифровых систем управления.

## **Семестр 5**

### **Текущий контроль**

#### **1. Лабораторные работы**

Темы 13, 14, 15

Лабораторная работа N 1. Моделирование систем управления с PID-регулятором

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 1) Моделирование. Основные понятия
- 2) Классификация видов моделирования
- 3) Системы автоматического управления (САУ). Замкнутые САУ
- 4) САУ с ПИД-регулятором
- 5) Переходная характеристика

Лабораторная работа N 2. Разработка математической модели корректирующего устройства

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 6) Моделирование динамических систем
- 7) Основные формы представления моделей динамических систем
- 8) Передаточные функции
- 9) Математические модели динамических систем в пространстве состояний
- 10) Выбор переменных состояния

Лабораторная работа N 3. Расчет и исследование переходной характеристики корректирующего устройства

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 11) Представление моделей динамических систем в форме временных характеристик
- 12) Переходная характеристика
- 13) Статическая ошибка
- 14) Перерегулирование
- 15) Время переходного процесса

#### **2. Лабораторные работы**

Темы 16, 17, 18

Лабораторная работа N 4. Расчет и исследование частотных характеристик корректирующего устройства САУ

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 1) Частотные характеристики
  - 2) Амплитудная частотная характеристика
  - 3) Фазовая частотная характеристика
  - 4) Устойчивость динамических систем
  - 5) Запас устойчивости
- Лабораторная работа N 5. Фундаментальные свойства линейных динамических систем

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 6) Фундаментальные свойства линейных динамических систем
- 7) Устойчивость. Критерии устойчивости
- 8) Управляемость
- 9) Наблюдаемость
- 10) Критерии Калмана

### **3. Курсовая работа по дисциплине**

Темы 13, 14, 15, 16, 17, 18

Методические рекомендации к выполнению курсовой работы

Перед началом выполнения курсовой работы студент получает от преподавателя тему и задание на выполнение работы.

Процесс выполнения курсовой работы предполагает оформление отчета (пояснительной записки) по курсовой работе. Весь объем курсовой работы укрупненно удобно разделить на следующие основные этапы:

1. Математическое моделирование объекта управления (двигателя постоянного тока).
2. Компьютерное моделирование и анализ объекта управления.
3. Синтез позиционного и частотного электроприводов, их компьютерное моделирование и проверка результатов синтеза.

В этой связи содержание отчета (пояснительной записки) по курсовой работе удобно разбить на несколько основных разделов, например, с такими названиями:

1. Моделирование объекта управления.
2. Анализ объекта управления.
3. Синтез систем управления объектом.

Сам отчет по курсовой работе должен удовлетворять определенным требованиям. Существует стандарт ГОСТ 7.32 [1], регламентирующий требования к структуре и правилам оформления отчетов о научно-исследовательских работах. Отчет по курсовой работе должен удовлетворять требованиям этого стандарта.

С учетом ГОСТ 7.32 отчет по курсовой работе должен содержать следующие разделы (основные структурные элементы):

1. "Содержание".
2. "Введение".
3. Основные разделы (например, "Моделирование объекта управления", "Анализ объекта управления", "Синтез систем управления объектом").
4. "Заключение".
5. "Список использованных источников".
6. "Приложения".

При оформлении отчета по курсовой работе, допускается не добавлять в отчет некоторые обязательные по ГОСТ 7.32 структурные элементы, а именно: "Список исполнителей" и "Реферат".

Иногда при оформлении отчетов по курсовым работам перед разделом "Содержание" добавляется раздел "Аннотация" (вместо раздела "Реферат", являющегося обязательным в ГОСТ 7.32).

Раздел "Аннотация" не является обязательным. Обычно это небольшой раздел, содержащий текст, состоящий из нескольких предложений, характеризующих суть работы, представленной в отчете.

Разделы "Содержание", "Введение", "Заключение", "Список использованных источников", "Приложения", а также раздел "Аннотация", если таковой имеется, не нумеруются, а основные разделы, содержащие суть процесса выполнения работы, должны быть пронумерованы по порядку, например, так, как это сделано в настоящих методических указаниях.

Раздел "Содержание" при оформлении отчета по курсовой работе должен быть строго оформлен в соответствии с ГОСТ 7.32.

Во "Введении" отчета по курсовой работе помимо вводной части, как правило, приводится задание на курсовую работу, а также требования к выполнению работы.

Раздел "Заключение" отчета по курсовой работе должен содержать конкретные результаты выполнения студентом задания.

Раздел "Список использованных источников" отчета по курсовой работе должен содержать источники, как-то использованные студентом при выполнении работы. Поэтому в отчете по курсовой работе в соответствующих его местах должны встречаться ссылки на все источники, указанные в "Списке использованных источников".

Раздел "Приложения" отчета по курсовой работе является необязательным и может быть использован для того, чтобы вынести за пределы основной части материал, носящий второстепенный или вспомогательный характер. Жестких требований к объему отчета по курсовой работе нет. Однако рекомендуется, чтобы объем отчета составлял не менее 40 листов.

Требования к межстрочному интервалу, к размеру шрифта (кегля), к размерам полей и пр. приведены в ГОСТ 7.32. На основании этих требований обычно рекомендуется при оформлении отчета по курсовой работе использовать шрифт "Times New Roman", либо подобный ему шрифт, с кеглем 12 пт и с полупетельным межстрочным интервалом. Также на основании этих требований рекомендуемыми обычно размерами полей принято считать: левое ? 30 мм, правое ? 10 мм, верхнее и нижнее ? 20 мм.

Отчет по курсовой работе должен начинаться с титульного листа.

Защита курсовых работ должна проводиться в присутствии комиссии, состоящей, как минимум, из двух преподавателей. Обычно одним из этих преподавателей является руководитель курсовой работы.

Следует обратить особое внимание на то, что страницы отчета по курсовой работе должны быть обязательно пронумерованы. Нумерация страниц отчета начинается с титульного листа (1-я страница), однако номер страницы на титульном листе не ставится.

Основные разделы курсовой работы (разделы ее основной части) следует подразделять на пункты (параграфы, подразделы). В случае необходимости пункты можно подразделять на подпункты. Названия пунктов удобно подбирать в соответствии с этапами выполнения курсовой работы.

Отчет по курсовой работе оформляется в электронном виде (на компьютере) с применением некоторой среды допечатной подготовки документов, например, Microsoft Word, LibreOffice Writer, TeXLive, MiKTeX и пр.

Сдается отчет руководителю при защите работы в двух видах:

1. В печатном виде (в виде твердой копии на листах формата А4 с печатью с одной стороны листа).
2. В электронном виде (в виде электронной копии на некотором носителе, например, на флэшке) в двух форматах:

? В формате соответствующей среды допечатной подготовки документов, например, Microsoft Word.

? В формате PDF.

Как правило, отчет по курсовой работе содержит, формулы, таблицы, рисунки, списки, ссылки, сноски, иногда колонтитулы, листинги программ. Все эти элементы в отчете должны быть оформлены, а также, в случае необходимости, пронумерованы и подписаны надлежащим образом в соответствии с ГОСТ 7.32.

Следует обратить особое внимание на то, что при оформлении отчета по курсовой работе не допускается вставлять в отчет математические формулы в виде рисунков, тем более, отсканированных из каких-либо источников. Все формулы в отчете должны быть созданы соответствующими средствами применяемой студентом среды допечатной подготовки документов. Например, среда Microsoft Word имеет в своем составе для этого встроенный редактор формул.

Как правило, рисунки, вставляемые в соответствующие места отчета по курсовой работе, имеют техническую направленность. Обычно они представляют собой либо различные схемы (функциональные, структурные, электронные и пр.), либо различные графики, получаемые при помощи сред компьютерного моделирования.

Практика показывает, что при подготовке рисунков для отчета, представляющих собой разнообразные схемы, лучше пользоваться не соответствующими встроенными средствами применяемой студентом среды подготовки документов, а специализированным графическим редактором, например, таким как Microsoft Visio.

При выполнении курсовой работы предполагается активное использование среды компьютерного моделирования MATLAB.

Общее наименование темы курсовых работ: "Анализ и синтез частотного и позиционного электроприводов постоянного тока".

В качестве исходных данных заданными являются параметры двигателя постоянного тока (ДПТ), а также метод синтеза и требуемые показатели качества синтезируемых на основе ДПТ частотного и позиционного электроприводов постоянного тока.

При выполнении курсовых работ требуется выполнить следующие основные этапы:

1. Получить математическую модель (ММ) ДПТ, где входным воздействием является напряжение питания ДПТ, возмущающим воздействием является момент нагрузки ДПТ, а выходной переменной является частота вращения вала ротора (якоря) ДПТ.
2. Получить ММ ДПТ, где входным воздействием является напряжение питания ДПТ, возмущающим воздействием является момент нагрузки ДПТ, а выходной переменной является угол поворота вала ротора (якоря) ДПТ.
3. На основе найденных моделей получить общую математическую модель ДПТ в стандартной форме пространства состояний. На основании этой модели получить две модели ДПТ в стандартной форме пространства состояний для случаев, когда выходной переменной является частота вращения вала якоря и когда выходной переменной является угол поворота вала якоря.
4. По найденным двум последним моделям в форме пространства состояний определить устойчивость ДПТ. Для этого для каждой из двух моделей получить характеристическое уравнение объекта и найти корни уравнения в среде MATLAB.
5. На основе модели получить четыре передаточных функции (ПФ) ДПТ.
6. По каждой полученной передаточной функции ДПТ определить устойчивость ДПТ при помощи критериев устойчивости Гурвица и Михайлова.

7. Для каждой полученной передаточной функции определить в среде моделирования MATLAB переходную характеристику (ПХ), амплитудно-фазовую частотную характеристику (АФЧХ), логарифмическую амплитудно-фазовую частотную характеристику (ЛАФЧХ).
8. По моделям, полученным в пунктах 1 и 2, создать две структурные схемы (СС) ДПТ. По правилам структурных преобразований привести полученные СС к стандартному одноконтурному виду. Для каждой СС в среде Simulink построить ПХ ДПТ по управляющему воздействию и по возмущающему воздействию (всего будет четыре ПХ). Найденные ПХ должны совпадать по виду с ПХ, полученными в пункте 6.
9. Получить структурные схемы электроприводов (частотного и позиционного) дополнив структурные схемы ДПТ последовательными регуляторами и обратными связями (ОС), охватывающими ДПТ и регуляторы. В случае необходимости разрешается преобразовать их к одноконтурному виду. Здесь неизвестными являются передаточные функции регуляторов для частотного и позиционного приводов.
10. Частотным методом заданным способом (одним из трех способов согласно варианту) выполнить синтез регуляторов, обеспечивающих требуемые показатели качества частотного и позиционного электроприводов.
11. Для каждого из синтезированных приводов определить ПФ по задающему и ПФ по возмущающему воздействиям (всего получится четыре ПФ).
12. Для каждой полученной передаточной функции определить в среде моделирования MATLAB переходную характеристику (ПХ), амплитудно-фазовую частотную характеристику (АФЧХ), логарифмическую амплитудно-фазовую частотную характеристику (ЛАФЧХ).
13. Каждую СС привода собрать в среде Simulink и построить ПХ электропривода по задающему воздействию и по возмущающему воздействию (всего будет четыре ПХ). Найденные ПХ должны совпадать по виду с ПХ, полученными в пункте 11.
14. Оценить соответствие полученных результатов с требуемыми в задании показателями качества. Дополнительно к указанным требованиям (этапам) могут быть предъявлены требования (этапы) синтеза позиционного и/или частотного электроприводов постоянного тока (приводов на основе ДПТ) другими, более развитыми в смысле математического аппарата методами синтеза, обеспечивающими модальное, робастное, оптимальное, адаптивное управление объектом. Среди таких методов особо следует отметить:
  1. Метод синтеза модального управления электроприводом по вектору состояния объекта управления, позволяющий обеспечить управление объектом в соответствии с заданным расположением полюсов его характеристического полинома.
  2. Метод аналитического конструирования регуляторов, позволяющий обеспечить оптимальное управление объектом в смысле квадратичного критерия качества процесса управления объектом или системой. Требования к синтезу частотного и позиционного электроприводов постоянного тока этими методами выдаются преподавателем отдельно и, как правило, индивидуально. Также дополнительно к указанным требованиям преподавателем могут быть предъявлены требования (этапы) синтеза дискретного (цифрового) позиционного и/или частотного электроприводов постоянного тока упомянутыми выше методами при заданном периоде дискретизации процесса управления.Руководитель курсовой работы и рецензент оформляют, соответственно, отзыв и рецензию на курсовую работу, в которых оценивают полноту выполнения и правильность оформления студентом курсовой работы, а также результаты освоения им компетенций. Руководитель курсовой работы / рецензент / комиссия выполняет проверку приобретенных студентом навыков и результатов освоения им компетенций по процентному содержанию выполненных студентом этапов из приведенного выше перечня этапов, а также по полноте выполнения и правильности оформления каждого из выполненных им этапов.

#### Темы курсовых работ:

1. Анализ и синтез частотного и позиционного электроприводов постоянного тока (ЭППТ). Вариант N 1.
2. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 2.
3. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 3.
4. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 4.
5. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 5.
6. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 6.
7. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 7.
8. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 8.
9. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 9.
10. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 10.
11. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 11.
12. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 12.
13. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 13.
14. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 14.
15. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 15.
16. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 16.
17. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 17.
18. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 18.

19. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 19.
20. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 20.
21. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 21.
22. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 22.
23. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 23.
24. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 24.
25. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 25.
26. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 26.
27. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 27.
28. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 28.
29. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 29.
30. Анализ и синтез частотного и позиционного ЭППТ. Вариант N 30.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Моделирование систем и процессов. Общие сведения и основные понятия
2. Модели. Классификация моделей
3. Классификация видов моделирования систем
4. Методы математического моделирования
5. Моделирование динамических систем. Общие сведения
6. Классификация динамических систем
7. Методика составления математических моделей динамических систем
8. Формы моделей скалярных динамических систем: дифференциальные уравнения  $n$ -го порядка
9. Формы моделей скалярных динамических систем: временные характеристики
10. Формы моделей скалярных динамических систем: частотные характеристики
11. Формы моделей скалярных динамических систем: передаточные характеристики
12. Формы моделей матричных динамических систем: матричные передаточная и весовая функции
13. Формы моделей матричных динамических систем: описание систем в пространстве состояний
14. Моделирование систем в пространстве состояний: основные понятия и определения
15. Моделирование систем в пространстве состояний: выбор переменных состояния
16. Моделирование систем в пространстве состояний: формирование уравнений состояний по дифференциальному уравнению
17. Моделирование систем в пространстве состояний: формирование уравнений состояний по передаточной функции
18. Моделирование систем в пространстве состояний: формирование уравнений состояний по структурной схеме
19. Моделирование систем в пространстве состояний: определение передаточных функций по уравнениям состояний
20. Фундаментальные свойства линейных динамических систем: устойчивость, управляемость, наблюдаемость

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	15
		2	15
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1034-7. - URL : <https://e.lanbook.com/book/71753>. - Текст : электронный.
2. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0995-2. - URL : <https://e.lanbook.com/book/68460>. - Текст : электронный.
3. Аносов В.Н. Теория автоматического управления : учебно-методическое пособие / В.Н. Аносов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 68 с. - ISBN 978-5-7782-3036-1. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230361.html>. - Текст : электронный.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Певзнер Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 604 с. - ISBN 978-5-8114-2161-9. - URL : <https://e.lanbook.com/book/75516>. -Текст : электронный.
2. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 5-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-4200-3. - URL : <https://e.lanbook.com/book/125741>. - Текст : электронный.
3. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. - 592 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104762-0. - URL : <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1019246>. - Текст : электронный.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

MathWorks Сообщество пользователей - <http://matlab.exponenta.ru/forum/>

Основы компьютерного моделирования - <http://bourabai.ru/cm/>

Центр компетенций MathWorks - <http://matlab.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционный материал разбит на разделы. В рамках одного раздела проводится несколько лекций, содержащих теоретический материал, раскрывающий содержание раздела. В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью раскрытия теоретических положений по теме лекции, вызывающих затруднения. Также рекомендуется дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
лабораторные работы	По темам обучающийся выполняет лабораторные работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению работ являются общими. Для проведения лабораторных занятий специальных наглядных и других пособий (плакаты, чертежи, кино- и видеофильмы, демонстрационные материалы и т. д.) не требуется.
самостоятельная работа	Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. Студентам рекомендуется получить в библиотеке института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины (включая источники в электронных библиотечных системах).
контрольная работа	Перед выполнением контрольной работы студенту рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал. При выполнении контрольной работы студенту предлагается подготовить подробный письменный ответ по указанной теме работы из предложенного перечня тем работ. В процессе выполнения контрольной работы студенту разрешается пользоваться результатами своих лабораторных работ.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	До сдачи зачета студенту необходимо выполнить все виды учебной работы, предусмотренные данной программой. При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции, лабораторные занятия, а также на источники, которые приведены в данной программе. В каждом билете на зачете содержатся 2 вопроса.
экзамен	До сдачи экзамена необходимо выполнить все виды учебной работы, предусмотренные данной программой. При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, лабораторные занятия, а также на источники, которые приведены в данной программе. В каждом билете на экзамене содержатся 2 вопроса.
курсовая работа по дисциплине	В ходе выполнения курсовой работы в обучающийся выполняет основные этапы этой работы в рамках соответствующего индивидуального задания, а также оформляет соответствующую отчетную документацию (пояснительная записка, чертежи и т. д.). При этом обучающийся опирается на лекционный материал, а также на источники, которые использовались им при выполнении лабораторных работ.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины "Теория автоматического управления и моделирование систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Теория автоматического управления и моделирование систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:



Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств"