

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

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« _____ » _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория автоматического управления и моделирование систем

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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 ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), 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-8 | способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- принципы моделирования 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;
- принципы выбора основных и вспомогательных материалов 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;
- принципы наладки, настройки, регулировки, опытной проверки, регламентного технического, эксплуатационного обслуживания оборудования, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления, средств программного обеспечения, сертификационных испытаний изделий;
- принципы автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечения средствами автоматизации и управления, современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.

Должен уметь:

- 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;

- 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;
- 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, сертификационных испытаний изделий;
- выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.

Должен владеть:

- 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;
- 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;
- 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, сертификационных испытаний изделий;
- способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.08 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств ()" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3, 4 курсах в 5, 6, 7 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 5 семестре; экзамен в 6 семестре; экзамен в 7 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

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|-----|--|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 2. | Тема 2. Основные формы представления моделей САУ и их элементов | 5 | 3 | 0 | 2 | 32 |
| 3. | Тема 3. Классификация систем автоматического регулирования и управления | 5 | 2 | 0 | 2 | 31 |
| 4. | Тема 4. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов, временные характеристики | 5 | 2 | 0 | 2 | 31 |
| 5. | Тема 5. Частотные характеристики САУ и их элементов | 5 | 2 | 0 | 1 | 31 |
| 6. | Тема 6. Типовые динамические звенья и их характеристики | 5 | 2 | 0 | 1 | 31 |
| 7. | Тема 7. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния | 6 | 1 | 0 | 2 | 33 |
| 8. | Тема 8. Устойчивость линейных систем | 6 | 1 | 0 | 2 | 33 |
| 9. | Тема 9. Обзор многообразия систем автоматического управления | 6 | 1 | 0 | 1 | 33 |
| 10. | Тема 10. Качество процессов управления | 6 | 1 | 0 | 1 | 32 |
| 11. | Тема 11. Синтез линейных систем автоматического управления | 6 | 0 | 0 | 1 | 32 |
| 12. | Тема 12. Нестационарные линейные системы автоматического управления | 6 | 0 | 0 | 1 | 32 |
| 13. | Тема 13. Стохастические линейные системы автоматического управления | 7 | 3 | 0 | 3 | 30 |
| 14. | Тема 14. Нелинейные системы автоматического управления | 7 | 3 | 0 | 3 | 30 |
| 15. | Тема 15. Оптимальные системы автоматического управления | 7 | 2 | 0 | 2 | 29 |
| 16. | Тема 16. Робастные системы автоматического управления | 7 | 2 | 0 | 2 | 29 |
| 17. | Тема 17. Адаптивные системы автоматического управления | 7 | 2 | 0 | 2 | 29 |
| | Итого | | 30 | 0 | 30 | 530 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основные понятия и определения

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.

Тема 2. Основные формы представления моделей САУ и их элементов

Обзор основных стандартных форм представления моделей. Нормальная форма Коши. Форма пространства состояний. Структурная схема модели системы, представленной в форме пространства состояний. Преобразование Лапласа и его основные свойства. Форма передаточных функций и передаточных матриц. Преобразования моделей между различными формами представления.

Тема 3. Классификация систем автоматического регулирования и управления

Основные элементы САУ 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 4. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов, временные характеристики

Определение статической характеристики звена. Примеры. Линеаризация статических характеристик. Статические характеристики системы. Построение статической характеристики САУ по статическим характеристикам составляющих звеньев. Экспериментальное определение статических характеристик. Динамические характеристики. Методика составления дифференциальных уравнений САУ. Характеристическое уравнение. Временные 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 5. Частотные характеристики САУ и их элементов

Частотные передаточные функции динамических систем. Вещественная и мнимая частотные характеристики. Амплитудная и фазовая частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная характеристика. Логарифмическая амплитудно-фазовая характеристика. Свойства частотных характеристик. Экспериментальное определение частотных характеристик.

Тема 6. 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 7. 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 8. 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 9. Обзор многообразия систем автоматического управления

Подразделения систем по виду задающего воздействия, наличию обратных связей (без обратных связей, с обратными связями) и законам управления, математическим признакам, типу ошибки в САУ или в САУ в установившемся режиме (статические и астатические системы), способу настройки САУ или САУ. Направления развития теории управления.

Тема 10. 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.

Тема 11. 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 12. Нестационарные линейные системы автоматического управления

Общее понятие о системах с переменными параметрами. Особенности математического моделирования нестационарных линейных систем. Временные и частотные характеристики нестационарных линейных систем. Особенности анализа линейных систем с переменными параметрами. Методы синтеза нестационарных линейных систем.

Тема 13. Стохастические линейные системы автоматического управления

Случайные процессы и их основные характеристики. Корреляционные функции и спектральные плотности случайного процесса. Особенности математического моделирования стохастических линейных систем. Задачи исследования линейных систем при случайных стационарных воздействиях. Синтез оптимальных по точности систем при случайных стационарных воздействиях.

Тема 14. 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 15. 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 16. Робастные системы автоматического управления

Понятие о робастных системах автоматического управления. Классификация робастных систем управления. Математическое моделирование робастных систем автоматического управления. Временные и частотные характеристики робастных систем управления. Особенности синтеза робастных систем автоматического управления.

Тема 17. Адаптивные системы 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.

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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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 |
|------------------|-------------------------|-----------------------------|--|
| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
| Семестр 5 | | | |
| | Текущий контроль | | |
| 1 | Отчет | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 1. Основные понятия и определения 2. Основные формы представления моделей САУ и их элементов 3. Классификация систем автоматического регулирования и управления 4. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов, временные характеристики 5. Частотные характеристики САУ и их элементов 6. Типовые динамические звенья и их характеристики |
| 2 | Реферат | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 1. Основные понятия и определения 2. Основные формы представления моделей САУ и их элементов 3. Классификация систем автоматического регулирования и управления 4. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов, временные характеристики 5. Частотные характеристики САУ и их элементов 6. Типовые динамические звенья и их характеристики |
| 3 | Контрольная работа | ПК-19 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-8 | 1. Основные понятия и определения 2. Основные формы представления моделей САУ и их элементов 3. Классификация систем автоматического регулирования и управления 4. Статические и динамические характеристики САУ и их элементов, временные характеристики 5. Частотные характеристики САУ и их элементов 6. Типовые динамические звенья и их характеристики |
| | Зачет | ПК-19, ПК-2, ПК-23, ПК-8 | |
| Семестр 6 | | | |
| | Текущий контроль | | |
| 1 | Отчет | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 7. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния 8. Устойчивость линейных систем 9. Обзор многообразия систем автоматического управления 10. Качество процессов управления 11. Синтез линейных систем автоматического управления 12. Нестационарные линейные системы автоматического управления |
| 2 | Реферат | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 7. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния 8. Устойчивость линейных систем 9. Обзор многообразия систем автоматического управления 10. Качество процессов управления 11. Синтез линейных систем автоматического управления 12. Нестационарные линейные системы автоматического управления |
| 3 | Контрольная работа | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 7. Описание систем автоматического управления в пространстве переменных состояния 8. Устойчивость линейных систем 9. Обзор многообразия систем автоматического управления 10. Качество процессов управления 11. Синтез линейных систем автоматического управления 12. Нестационарные линейные системы автоматического управления |
| | Экзамен | ПК-19, ПК-2, ПК-23, ПК-8 | |
| Семестр 7 | | | |

| Этап | Форма контроля | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины |
|------|-------------------------------|-----------------------------|--|
| | Текущий контроль | | |
| 1 | Отчет | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 13. Стохастические линейные системы автоматического управления 14. Нелинейные системы автоматического управления 15. Оптимальные системы автоматического управления 16. Робастные системы автоматического управления 17. Адаптивные системы автоматического управления |
| 2 | Реферат | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 13. Стохастические линейные системы автоматического управления 14. Нелинейные системы автоматического управления 15. Оптимальные системы автоматического управления 16. Робастные системы автоматического управления 17. Адаптивные системы автоматического управления |
| 3 | Курсовая работа по дисциплине | ПК-8 , ПК-23 , ПК-2 , ПК-19 | 13. Стохастические линейные системы автоматического управления 14. Нелинейные системы автоматического управления 15. Оптимальные системы автоматического управления 16. Робастные системы автоматического управления 17. Адаптивные системы автоматического управления |
| | Экзамен | ПК-19, ПК-2, ПК-23, ПК-8 | |

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. | |
| Семестр 5 | | | | | |
| Текущий контроль | | | | | |
| Отчет | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам. | 1 |
| Реферат | Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая. | Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя. | Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая. | Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна. | 2 |

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|-------------------------|---|--|---|--|------|
| | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неуд. | |
| 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 |
| | Зачтено | | Не зачтено | | |
| Зачет | 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. | | |
| Семестр 6 | | | | | |
| Текущий контроль | | | | | |
| Отчет | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам. | 1 |
| Реферат | Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая. | Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя. | Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая. | Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна. | 2 |

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|-------------------------|---|---|---|---|------|
| | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неуд. | |
| 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 |
| Экзамен | 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. | |
| Семестр 7 | | | | | |
| Текущий контроль | | | | | |
| Отчет | Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и примененные методы соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и примененные методы в основном соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и примененные методы частично соответствуют поставленным задачам. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и примененные методы не соответствуют поставленным задачам. | 1 |

| Форма контроля | Критерии оценивания | | | | Этап |
|-------------------------------|--|--|--|---|------|
| | Отлично | Хорошо | Удовл. | Неуд. | |
| Реферат | Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая. | Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя. | Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая. | Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна. | 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. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям. | Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются 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. | |
| Экзамен | 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 5

Текущий контроль

1. Отчет

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

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

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 1. Создание в среде MATLAB матриц, выполнение операций над матрицами.

Задание 2. Решение линейных матричных уравнений, определители и ранги матриц, обратные матрицы, собственные числа матриц.

Задание 3. Создание полиномов, 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 (lти-объектов) в форме передаточных функций. Создание более сложных lти-объектов.

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 4. Создать две передаточные функции заданных систем (lти-объектов): в tf-форме и в zpk-форме.

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 предложенных систем выполнить построение реакций на различные входные воздействия.

Задание 14. Для построенных переходных характеристик определить показатели качества переходного процесса.

Задание 15. 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 16. Для предложенных систем выполнить построение ВЧХ.

Задание 17. Для предложенных систем выполнить построение МЧХ.

Задание 18. Для предложенных систем выполнить построение АЧХ.

Задание 19. Для предложенных систем выполнить построение ФЧХ.

Задание 20. Для предложенных систем выполнить построение АФЧХ и ЛАФЧХ.

Задание 21. Провести сравнительный анализ полученных результатов.

2. Реферат

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Перечень тем рефератов:

1. Классификация САР и САУ в ТАУ.
2. Дифференциальные уравнения в моделировании динамических систем. Нормальная форма Коши.
3. Моделирование САР и САУ в пространстве состояний.
4. Преобразование Лапласа, его свойства и области применения.
5. Моделирование САР и САУ в форме передаточных функций и передаточных матриц.
6. Временные характеристики САР и САУ.
7. Преобразование Фурье, его свойства и области применения.
8. Частотные характеристики САР и САУ.
9. Типовые динамические звенья в ТАУ.
10. Структурные схемы САР и САУ, передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем.

3. Контрольная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Перечень заданий к контрольной работе:

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.
9. Типовые входные воздействия САУ.
10. Временные характеристики САР и САУ: понятие временной характеристики, переходные характеристики, весовые характеристики.
11. Частотные характеристики САР и САУ: понятие частотной характеристики, разновидности частотных характеристик, АЧХ, ФЧХ, АФХ, ВЧХ, МЧХ.
12. Частотные характеристики САР и САУ: АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ, ЛАФХ.
13. Типовые динамические звенья: безинерционное звено, апериодическое звено.

14. Типовые динамические звенья: колебательное звено, консервативное звено.
15. Типовые динамические звенья: идеальное интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено.
16. Типовые динамические звенья: реальные интегрирующее и дифференцирующее звенья, инерционное звено второго порядка, изодромные и форсирующие звенья первого и второго порядков.
17. Типовые динамические звенья: идеальное запаздывающее звено. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Примеры.
18. Общие сведения о структурных схемах: структурная схема, элемент, сигналы, точки съема, сумматоры. Порядок составления структурных схем.
19. Правила структурных преобразований.
20. ПФ разомкнутых и замкнутых систем.

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.
9. Типовые входные воздействия САУ.
10. Временные характеристики САР и САУ: понятие временной характеристики, переходные характеристики, весовые характеристики.
11. Частотные характеристики САР и САУ: понятие частотной характеристики, разновидности частотных характеристик, АЧХ, ФЧХ, АФХ, ВЧХ, МЧХ.
12. Частотные характеристики САР и САУ: АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ, ЛАФХ.
13. Типовые динамические звенья: безинерционное звено, апериодическое звено.
14. Типовые динамические звенья: колебательное звено, консервативное звено.
15. Типовые динамические звенья: идеальное интегрирующее звено, идеальное дифференцирующее звено.
16. Типовые динамические звенья: реальные интегрирующее и дифференцирующее звенья, инерционное звено второго порядка, изодромные и форсирующие звенья первого и второго порядков.
17. Типовые динамические звенья: идеальное запаздывающее звено. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Примеры.
18. Общие сведения о структурных схемах: структурная схема, элемент, сигналы, точки съема, сумматоры. Порядок составления структурных схем.
19. Правила структурных преобразований.
20. ПФ разомкнутых и замкнутых систем.

Семестр 6

Текущий контроль

1. Отчет

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

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 переходные характеристики.

Задание 3. Оценить качество переходных процессов, 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 ПФ.

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

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.

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 15. В Simulink построить имитационную модель заданной системы.

Задание 16. В Simulink построить модель инвариантной к ней системы по отношению к задающему воздействию.

Задание 17. Произвести анализ результатов моделирования.

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

По лабораторной работе требуется выполнить следующие задания:

Задание 18. В Simulink построить имитационную модель заданной системы.

Задание 19. В Simulink выполнить имитационное моделирование заданной системы с добавлением в ее состав различных заданных регуляторов.

Задание 20. Произвести сравнительный анализ полученных переходных характеристик.

2. Реферат

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

Перечень тем рефератов:

1. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость САР и САУ.
2. Алгебраические критерии устойчивости САР и САУ.
2. Частотные критерии устойчивости САР и САУ.
4. Запас устойчивости САР и САУ, методы оценки запаса устойчивости.
5. Статическая и динамическая точность САР и САУ.
6. Показатели качества переходных процессов САР и САУ.
7. Косвенные методы оценки качества переходных процессов в САР и САУ.
8. Способы повышения качества переходных процессов в САР и САУ.
9. Способы повышения точности САР и САУ.
10. Методы синтеза САР и САУ.

3. Контрольная работа

Темы 7, 8, 9, 10, 11, 12

Перечень заданий к контрольной работе:

1. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных систем: устойчивость, определение ее по корням характеристического уравнения, управляемость и наблюдаемость, определение их по модели системы.
2. Алгебраические критерии устойчивости САУ: критерий Гурвица (формулировка, условия устойчивости для систем 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядков), критерий Рауса.
3. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случая, когда разомкнутая система устойчива.
4. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случая, когда разомкнутая система лежит на границе устойчивости, и для случая, когда она неустойчива.
5. Факторы, способные повлиять на потерю устойчивости. Запас устойчивости замкнутой САР (запасы устойчивости по амплитуде и фазе).
6. Подразделения систем по виду задающего воздействия, наличию обратных связей и законам управления, математическим признакам.

7. Подразделения систем по типу ошибки в САР или в САУ в установившемся режиме, способу настройки САР или САУ. Направления развития теории управления.
8. Качество процессов управления. Статическая точность. Три характерных случая установившейся ошибки.
9. Коэффициенты ошибок. Определение установившихся ошибок с использованием коэффициентов ошибок.
10. Показатели качества переходных характеристик (по задающему и по возмущающему воздействиям): время переходного процесса, перерегулирование, число перебегов и пр.
11. Косвенные оценки качества переходных характеристик: интегральные оценки качества.
12. Косвенные оценки качества переходных характеристик: корневые оценки качества.
13. Повышение качества регулирования использованием местных обратных связей, использованием комбинированного управления (инвариантные системы).
14. Способы повышения статической точности увеличением коэффициента передачи разомкнутой системы, обеспечением астатизма.
15. Повышение качества регулирования использованием корректирующих устройств.
16. Задачи и методы синтеза систем. Синтез систем методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Желаемая ЛАЧХ.
17. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. В. Солодовникова.
18. Построение желаемой ЛАЧХ методом Е. А. Санковского - Г. П. Сигалова.
19. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. А. Бесекерского.
20. Выбор корректирующих устройств последовательного, встречно-параллельного и параллельного типов.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных систем: устойчивость, определение ее по корням характеристического уравнения, управляемость и наблюдаемость, определение их по модели системы.
2. Алгебраические критерии устойчивости САУ: критерий Гурвица (формулировка, условия устойчивости для систем 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядков), критерий Рауса.
3. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случая, когда разомкнутая система устойчива.
4. Частотный критерий устойчивости замкнутой САР Найквиста для случая, когда разомкнутая система лежит на границе устойчивости, и для случая, когда она неустойчива.
5. Факторы, способные повлиять на потерю устойчивости. Запас устойчивости замкнутой САР (запасы устойчивости по амплитуде и фазе).
6. Подразделения систем по виду задающего воздействия, наличию обратных связей и законам управления, математическим признакам.
7. Подразделения систем по типу ошибки в САР или в САУ в установившемся режиме, способу настройки САР или САУ. Направления развития теории управления.
8. Качество процессов управления. Статическая точность. Три характерных случая установившейся ошибки.
9. Коэффициенты ошибок. Определение установившихся ошибок с использованием коэффициентов ошибок.
10. Показатели качества переходных характеристик (по задающему и по возмущающему воздействиям): время переходного процесса, перерегулирование, число перебегов и пр.
11. Косвенные оценки качества переходных характеристик: интегральные оценки качества.
12. Косвенные оценки качества переходных характеристик: корневые оценки качества.
13. Повышение качества регулирования использованием местных обратных связей, использованием комбинированного управления (инвариантные системы).
14. Способы повышения статической точности увеличением коэффициента передачи разомкнутой системы, обеспечением астатизма.
15. Повышение качества регулирования использованием корректирующих устройств.
16. Задачи и методы синтеза систем. Синтез систем методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Желаемая ЛАЧХ.
17. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. В. Солодовникова.
18. Построение желаемой ЛАЧХ методом Е. А. Санковского ? Г. П. Сигалова.
19. Построение желаемой ЛАЧХ методом В. А. Бесекерского.
20. Выбор корректирующих устройств последовательного, встречно-параллельного и параллельного типов.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Отчет

Темы 13, 14, 15, 16, 17

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 1. Выполнить моделирование в командной строке среды MATLAB заданной системы.

Задание 2. Заданным методом произвести синтез следящей системы.

Задание 3. В Simulink выполнить имитационное моделирование синтезированной системы.

Задание 4. 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 5. Добавляя заданные нелинейные элементы в соответствующие места системы, синтезированной в предыдущей работе, построить переходные характеристики полученных в результате систем.

Задание 6. Произвести сравнительный анализ полученных переходных характеристик.

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 7. Согласно индивидуальному заданию создать в среде Simulink релейную систему.

Задание 8. В Simulink произвести гармоническую линеаризацию полученной релейной системы.

Задание 9. Выполнить расчет амплитуды и частоты гармонического сигнала, возникающего в гармонически линеаризованной системе.

Задание 10. Провести анализ результатов гармонической линеаризации.

Лабораторная работа N 15. Исследование импульсной САУ - 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 11. Согласно индивидуальному заданию создать в среде Simulink импульсную систему.

Задание 12. Выполнить имитационное моделирование полученной импульсной системы при различных заданных значениях периода квантования в системе.

Задание 13. Произвести анализ полученных переходных характеристик.

Задание 14. 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 15. Создать в среде Simulink заданную одноктактную логическую систему управления.

Задание 16. В среде Simulink выполнить имитационное моделирование полученной системы.

Задание 17. 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 18. Создать в среде Simulink заданную многотактную логическую систему управления.

Задание 19. В среде Simulink выполнить имитационное моделирование полученной системы.

Задание 20. Провести анализ полученных результатов.

2. Реферат

Темы 13, 14, 15, 16, 17

Перечень тем рефератов:

1. Нелинейные системы: понятия, определения, особенности.
2. Типовые нелинейности и их характеристики, основные методы исследования нелинейных систем.
3. Метод фазовой плоскости, фазовые траектории, определение автоколебаний по фазовым траекториям.
4. Метод гармонической линеаризации.
5. Прямой метод исследования устойчивости А. М. Ляпунова.
6. Абсолютная устойчивость нелинейных систем, критерий абсолютной устойчивости В. М. Попова.
7. Оптимальные системы автоматического управления.
8. Принцип максимума Понтрягина.
9. Адаптивные системы автоматического управления.
10. Робастные системы автоматического управления.

3. Курсовая работа по дисциплине

Темы 13, 14, 15, 16, 17

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, 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 полуторным 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:
 - 2.1. В формате соответствующей среды допечатной подготовки документов, например, Microsoft Word.
 - 2.2. В формате PDF.

Как правило, отчет по курсовой работе содержит, формулы, таблицы, рисунки, списки, ссылки, сноски, иногда колоннотитулы, 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 дотпечатной 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. Нелинейные системы, понятия, определения.
2. Особенности нелинейных систем.
3. Типовые нелинейности и их характеристики.
4. Основные методы исследования нелинейных систем.
5. Метод фазовой плоскости, фазовые траектории.
6. Определение автоколебаний в нелинейных системах по фазовым траекториям.
7. Метод гармонической линеаризации.
8. Применение критерия Михайлова для определения автоколебаний.
9. Применение критерия Михайлова для оценки устойчивости гармонически линеаризованной системы.
10. Прямой метод исследования устойчивости А. М. Ляпунова.
11. Абсолютная устойчивость нелинейных систем.

12. Критерий абсолютной устойчивости В. М. Попова.
13. Оптимальные системы автоматического управления: общие сведения.
14. Классификация оптимальных систем управления.
15. Принцип максимума Понтрягина.
16. Необходимость применения адаптивных систем управления в механообработке.
17. Адаптивные системы предельного и оптимального управления.
18. Общие сведения о робастных системах.
19. Структурные схемы систем управления с микро-ЭВМ.
20. Два класса структур цифровых систем управления.

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 5 | | | |
| Текущий контроль | | | |
| Отчет | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям. | 1 | 25 |
| Реферат | Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности. | 2 | 10 |
| 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 | 15 |
| Зачет | 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 |
| Семестр 6 | | | |
| Текущий контроль | | | |
| Отчет | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям. | 1 | 25 |

| Форма контроля | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | Этап | Количество баллов |
|-------------------------------|--|------|-------------------|
| Реферат | Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности. | 2 | 10 |
| 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 | 15 |
| Экзамен | 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 |
| Семестр 7 | | | |
| Текущий контроль | | | |
| Отчет | Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям. | 1 | 20 |
| Реферат | Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности. | 2 | 10 |
| 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 |
| Экзамен | 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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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. При проработке лекционного материала необходимо опираться на источники, которые приведены в данной программе. |
| лабораторные работы | На лабораторных занятиях обучающийся выполняет лабораторные работы. По каждой лабораторной работе преподаватель разъясняет этапы ее выполнения, приводит примеры выполнения этапов работы, отвечает на вопросы, выдает студентам индивидуальные задания, проверяет результаты выполнения заданий. 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). |
| отчет | По результатам выполнения лабораторных работ студент готовит отчет с общим титульным листом. Отчет по лабораторным работам выполняется студентом в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению отчета являются общими. Отчет студент оформляет во внеучебное время в рамках самостоятельной работы. |
| реферат | Реферат представляет собой краткий доклад студента на определенную тему, представленный в письменной/электронной (печатной) форме, в котором собрана информация из нескольких источников. В начале семестра студенту выдается индивидуальная тема для подготовки реферата. Реферат студент готовит во внеучебное время в рамках самостоятельной работы. Объем реферата должен составлять 7-10 страниц печатного текста. |

| Вид работ | Методические рекомендации |
|-------------------------------|--|
| контрольная работа | Перед выполнением контрольной работы студенту рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал. При выполнении контрольной работы студенту предлагается подготовить подробный письменный ответ по указанным 2-м заданиям из предложенного перечня заданий к контрольной работе. В процессе выполнения контрольной работы студенту разрешается пользоваться результатами своих лабораторных работ. |
| 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)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

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"

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Теория автоматического управления и
моделирование систем*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Певзнер Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 604 с. - ISBN 978-5-8114-2161-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168937> (дата обращения: 16.04.2021). - Текст : электронный.
2. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0995-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168873> (дата обращения: 06.07.2021). - 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 : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230361.html> (дата обращения: 20.10.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 220 с. - ISBN 978-5-8114-5816-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/145842> (дата обращения: 20.10.2020). - 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> (дата обращения: 20.10.2020). - Текст : электронный.
3. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. - 592 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011996-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042658> (дата обращения: 20.10.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.08 Теория автоматического управления и
моделирование систем

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.