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

Математическое моделирование и управление динамическими системами

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Демьянов Д.Н. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DNDemyanov@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-2	Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат
ПК-9	Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные принципы составления и преобразования математических моделей динамических систем;
- основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.

Должен уметь:

- составлять математические модели систем и осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ;
- анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов.

Должен владеть:

- навыками математического и компьютерного моделирования динамических систем;
- навыками использования стандартных методов анализа и синтеза систем автоматического управления.

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.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика ()" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 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 10 зачетных(ые) единиц(ы) на 360 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 90 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 144 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 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	
N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования.	5	6	0	6	15
2.	Тема 2. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы.	5	6	0	6	15
3.	Тема 3. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем.	5	6	0	6	15
4.	Тема 4. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния.	5	6	0	6	15
5.	Тема 5. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем.	5	6	0	6	15
6.	Тема 6. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.	5	6	0	6	15
7.	Тема 7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления.	6	4	0	12	12
8.	Тема 8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки.	6	4	0	12	12
9.	Тема 9. Синтез линейных систем автоматического управления	6	6	0	18	18
10.	Тема 10. Основы теории нелинейных и оптимальных систем автоматического управления.	6	4	0	12	12
	Итого		54	0	90	144

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования.

Понятие модели и моделирования. Введение в теорию моделирования. Классификация моделей. Идеальное моделирование. Материальное моделирование. Информационное моделирование. Взаимосвязь различных видов моделей. Свойства моделей. Области применения моделей. Место моделирования среди методов познания. Математическая модель. Назначение и области применения математических моделей. Классификация математических моделей. Основные этапы построения математической модели. Содержательная постановка задачи. Концептуальная постановка задачи. Математическая постановка задачи. Качественный анализ и проверка корректности модели. Выбор и обоснование методов решения задачи. Проверка адекватности модели. Возможные причины неадекватности модели и способы их устранения. Границы применимости математических моделей. Математическое моделирование объектов, процессов и явлений различной природы. Иерархия математических моделей.

Тема 2. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы.

Понятие системы и её свойства. Структура системы. Основные подходы к исследованию систем. Динамическая система. Сложная динамическая система. Математическая модель динамической системы. Классификация математических моделей динамических систем. Основные подходы к построению математических моделей динамических систем. Непрерывно-детерминированный подход. Дискретно-детерминированный подход. Непрерывно-стохастический подход. Дискретно-стохастический подход. Области применения и особенности практического использования различных подходов.

Тема 3. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем.

Формальная модель системы. Примеры формальных моделей систем различной природы. Вход-выходное описание динамической системы. Дифференциальное уравнение n-ого порядка. Получение дифференциального уравнения n-ого порядка из поэлементного описания. Интегральное преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Оригиналы и изображения основных функций. Особенности использования преобразования Лапласа при моделировании динамических систем. Передаточная функция. Операции с передаточными функциями. Эквивалентная передаточная функция системы. Связь между передаточной функцией и моделью в виде дифференциального уравнения n-ого порядка.

Тема 4. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния.

Модель динамической системы в пространстве состояний. Понятие состояния динамического объекта. Выбор переменных состояния. Пространство состояний. Методы формирования уравнений состояний. Преобразование координат и переход к новым переменным состояния. Канонические формы уравнений состояний. Фробениусовы канонические формы. Жорданова каноническая форма. Каскадная каноническая форма. Способы получения канонических форм. Особенности практического использования различных канонических форм. Решение матричного дифференциального уравнения. Переходная матрица. Методы вычисления переходной матрицы.

Тема 5. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем.

Графическое представление модели динамической системы. Направленные графы. Основные виды графов, используемых при моделировании. Сигнально-потоковые графы. Построение графа системы по вход-выходному описанию и уравнениям состояния. Получение передаточной функции и уравнений состояния по графу системы. Формула Мезона. Структурные схемы. Типовые элементы структурной схемы. Примеры структурных схем реальных систем. Правила преобразования структурных схем. Передаточные функции и модели в пространстве состояний для типовых соединений. Получение передаточной функции и уравнений состояния по структурной схеме. Построение сигнально-потокового графа и структурной схемы по вход-выходному описанию и модели в пространстве состояний. Получение вход-выходного описания из модели в пространстве состояний. Получение модели в пространстве состояний из вход-выходного описания.

Тема 6. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.

Понятие управления. Примеры систем управления. Классификация систем управления. Системы автоматического управления, их классификация. Структура систем автоматического управления. Основные элементы системы автоматического управления. Основные задачи теории автоматического управления. Типовые звенья систем автоматического управления. Определение статической характеристики звена. Статические характеристики системы. Построение статической характеристики системы автоматического управления по статическим характеристикам составляющих звеньев. Экспериментальное определение статических характеристик. Динамические характеристики. Временные и частотные характеристики. Типовые воздействия. Теоретическое и экспериментальное определение динамических характеристик.

Тема 7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления.

Определение устойчивости. Необходимые и достаточные условия устойчивости, критерии устойчивости. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Сравнительный анализ различных критериев устойчивости. Выделение областей устойчивости. Запасы устойчивости. Анализ устойчивости по уравнениям состояния и по характеристическому уравнению. Устойчивость нелинейных систем. Первый метод Ляпунова. Второй метод Ляпунова. Чувствительность устойчивости.

Тема 8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки.

Основные показатели качества процессов управления. Прямые и косвенные методы исследования качества. Статическая и динамическая ошибки, коэффициенты 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. Частотные критерии качества. Линейные интегральные оценки. Квадратичные интегральные оценки.

Тема 9. Синтез линейных систем автоматического управления

Постановка задачи синтеза. Задачи и методы синтеза линейных систем. Корректирующие устройства последовательные, параллельные, в обратной связи и комбинированные. ПИД-регулятор: разновидности, области применения, методы расчета коэффициентов. Синтез САУ методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик. Методы построения желаемых логарифмических частотных характеристик. Модальный регулятор. Выбор желаемого расположения полюсов замкнутой системы. Линейное наблюдение. Наблюдатель полного порядка, наблюдатель Люенбергера, функциональный наблюдатель. Синтез системы управления с наблюдателем и модальным регулятором. Теорема Калмана о разделении.

Тема 10. Основы теории нелинейных и оптимальных 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. 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.

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
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-9	1. Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования. 2. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы. 3. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем. 4. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния. 5. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем. 6. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
2	Курсовая работа по дисциплине	ПК-2 , ПК-9	1. Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования. 2. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы. 3. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем. 4. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния. 5. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем. 6. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.
3	Устный опрос	ПК-2 , ПК-9	1. Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования. 2. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы. 3. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем. 4. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния. 5. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем. 6. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.
	Экзамен	ПК-2, ПК-9	
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-2 , ПК-9	7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления. 8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки. 9. Синтез линейных систем автоматического управления 10. Основы теории нелинейных и оптимальных системы автоматического управления.
2	Устный опрос	ПК-2 , ПК-9	7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления. 8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки. 9. Синтез линейных систем автоматического управления 10. Основы теории нелинейных и оптимальных системы автоматического управления.
3	Тестирование	ПК-2 , ПК-9	7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления. 8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки. 9. Синтез линейных систем автоматического управления 10. Основы теории нелинейных и оптимальных системы автоматического управления.
	Экзамен	ПК-2, ПК-9	

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					

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Использованы 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. Использованы 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. Использованные источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Использованные источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	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.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	3

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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. Лабораторные работы

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Лабораторная работа 1. Математическое моделирование динамического процесса.

Лабораторная работа 2. Математическое моделирование динамической системы.

Лабораторная работа 3. Разработка и исследование вход-выходного описания динамической системы.

Лабораторная работа 4. Разработка и исследование модели динамической системы в пространстве состояний.

Лабораторная работа 5. Графические способы представления моделей динамических систем.

Лабораторная работа 6. Изучение статических и динамических характеристик типовых звеньев систем автоматического управления.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы:
1. В чем состоит цель работы?
2. Какие задачи нужно решить в процессе выполнения работы?
3. Опишите методику выполнения работы.
4. Запишите основные расчетные соотношения, используемые в работе.
5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется при выполнении работы?
6. Кратко опишите процесс выполнения работы.
7. Опишите основные результаты, полученные в процессе выполнения работы.
8. Соответствуют ли полученные результаты известным теоретическим положениям?
9. Какие выводы можно сделать по результатам выполнения работы?

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

10. При решении каких практических задач могут быть использованы получаемые результаты?

2. Курсовая работа по дисциплине

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Примеры тем курсовых работ по дисциплине:

1. Математическое и компьютерное моделирование процесса заполнения цилиндрического резервуара жидкостью при переменном объемном расходе.
2. Математическое и компьютерное моделирование нагрева резистора в цепи постоянного тока.
3. Математическое и компьютерное моделирование движения пружинного маятника в вязкой среде.
4. Математическое и компьютерное моделирование вертикального движения аэростата.
5. Математическое и компьютерное моделирование движения математического маятника в вязкой среде.
6. Математическое и компьютерное моделирование динамики магнитного поля катушки индуктивности при подключении к источнику постоянного напряжения.
7. Математическое и компьютерное моделирование процесса работы термопары.
8. Математическое и компьютерное моделирование вертикального движения помещенного в жидкость цилиндрического тела малой плотности.
9. Математическое и компьютерное моделирование процесса заполнения конического резервуара жидкостью при переменном объемном расходе.
10. Математическое и компьютерное моделирование движения перевернутого пружинного маятника в вязкой среде.
11. Математическое и компьютерное моделирование процесса теплового расширения жидкости в цилиндрическом сосуде.
12. Математическое и компьютерное моделирование процесса вытекания жидкости из цилиндрического резервуара с отверстием переменного диаметра.
13. Математическое и компьютерное моделирование процесса зарядки конденсатора от источника постоянного напряжения.
14. Математическое и компьютерное моделирование процесса изотермического сжатия газа в сосуде переменного объема.
15. Математическое и компьютерное моделирование работы устройства подогрева воздуха в помещении.
16. Математическое и компьютерное моделирование прямолинейного движения автомобиля.
17. Математическое и компьютерное моделирование работы двигателя постоянного тока.
18. Математическое и компьютерное моделирование бокового движения автомобиля.
19. Математическое и компьютерное моделирование работы устройства для подогрева жидкости.
20. Математическое и компьютерное моделирование процесса нагрева тела с учетом потерь на тепловое излучение.
21. Математическое и компьютерное моделирование вертикального движения помещенного в жидкость сферического тела малой плотности.
22. Математическое и компьютерное моделирование процесса вытекания жидкости из конического резервуара с отверстием переменного диаметра.
23. Математическое и компьютерное моделирование процесса нагревания газа в герметичном сосуде.
24. Математическое и компьютерное моделирование движения рамки с током в постоянном магнитном поле.
25. Математическое и компьютерное моделирование движения физического маятника в вязкой среде.
26. Математическое и компьютерное моделирование процесса теплового расширения жидкости в коническом сосуде.
27. Математическое и компьютерное моделирование процесса нагрева тела посредством теплового излучения.
28. Математическое и компьютерное моделирование движения центробежного регулятора.
29. Математическое и компьютерное моделирование вертикального движения помещенного в жидкость конического тела малой плотности.
30. Математическое и компьютерное моделирование процесса изотермического расширения газа в сосуде переменного объема.

3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

1. Приведите примеры практического использования математических моделей.
2. Приведите пример математической модели и опишите границы ее применимости.
3. Приведите пример системы. В чем проявляются ее системные свойства?
4. В чем отличие систем различной природы?
5. Приведите пример формальной модели реальной системы.
6. Приведите пример технической системы и ее вход-выходного описания.
7. Приведите пример модели технической системы в пространстве состояний. Обоснуйте сделанный выбор переменных состояния.
8. Приведите пример системы и сформируйте ее структурную схему.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

9. Приведите примеры объектов, которые можно рассматривать в качестве типовых звеньев системы автоматического управления.
10. Приведите примеры практических задач, при решении которых используется преобразование Фурье.

Экзамен

Вопросы к экзамену:
1. Понятие модели и моделирования. Моделирование как метод познания.
2. Основные достоинства и недостатки метода моделирования.
3. Основные этапы разработки и исследования математических моделей.
4. Понятие системы и системности.
5. Свойства системы.
6. Особенности моделирования систем.
7. Основные схемы моделирования систем и области их применения.
8. Непрерывно-детерминированные модели.
9. Дискретно-детерминированные модели.
10. Дискретно-стохастические модели.
11. Непрерывно-стохастические модели.
12. Внешняя модель системы. Особенности построения и использования внешних моделей.
13. Дифференциальное уравнение n-ого порядка как внешняя модель системы.
14. Использование интегрального преобразования Лапласа при моделировании систем. Передаточная функция.
15. Внутренняя модель динамической систем. Особенности построения и использования внутренних моделей.
16. Модель в пространстве состояний. Способы выбора переменных состояния.
17. Невырожденные преобразования переменных состояния. Канонические формы уравнений состояния.
18. Решение матричного дифференциального уравнения динамики.
19. Управляемость и наблюдаемость.
20. Использование структурных схем при описании моделей динамических систем.
21. Использование направленных графов при описании моделей динамических систем.
22. Взаимосвязь вход-выходного описания динамической системы и модели в пространстве состояний.
23. Понятие управления, понятие автоматического управления.
24. Основные задачи теории автоматического управления.
25. Временные характеристики динамических систем.
26. Преобразование Фурье. Спектр.
27. Частотные характеристики динамических систем.
28. Логарифмические частотные характеристики.
29. Астатизм. Статические и астатические системы управления.
30. Порядок астатизма. Коэффициенты ошибок.

Семестр 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 7, 8, 9, 10

Лабораторная работа 1. Анализ устойчивости системы автоматического управления.

Лабораторная работа 2. Определение показателей качества системы автоматического управления.

Лабораторная работа 3. Синтез регуляторов линейной системы автоматического управления.

Лабораторная работа 4. Синтез линейно-квадратичного регулятора линейной системы автоматического управления.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы:
1. В чем состоит цель работы?
2. Какие задачи нужно решить в процессе выполнения работы?
3. Опишите методику выполнения работы.
4. Запишите основные расчетные соотношения, используемые в работе.
5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется при выполнении работы?
6. Кратко опишите процесс выполнения работы.
7. Опишите основные результаты, полученные в процессе выполнения работы.
8. Соответствуют ли полученные результаты известным теоретическим положениям?
9. Какие выводы можно сделать по результатам выполнения работы?
10. При решении каких практических задач могут быть использованы получаемые результаты?

2. Устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Темы 7, 8, 9, 10

1. Приведите примеры устойчивой, неустойчивой системы.
2. Приведите примеры годографа Михайлова для устойчивой и неустойчивой системы.
3. Приведите примеры использования критерия Найквиста для оценки устойчивости.
4. Приведите примеры систем управления и их временных характеристик. Покажите связь между временными показателями качества и эксплуатационными характеристиками системы управления.
5. Приведите примеры систем управления и их частотных характеристик. Покажите связь между частотными показателями качества и эксплуатационными характеристиками системы управления.
6. Приведите примеры практического использования регуляторов различных типов.
7. Приведите примеры использования наблюдателей состояния. Обоснуйте использование наблюдателей в рассматриваемом случае.
8. Приведите примеры динамических систем с нелинейными характеристиками.
9. Приведите примеры систем с нелинейными законами управления.
10. Приведите примеры оптимальных систем управления. Чем обусловлена необходимость обеспечения оптимального процесса в рассматриваемом случае?

3. Тестирование

Темы 7, 8, 9, 10

Примеры тестовых заданий:

1. Какую модель системы управления называют нелинейной?
1) Если в структуре модели есть хотя бы один элемент с нелинейной характеристикой.
2) Если в структуре модели все элементы имеют нелинейные характеристики.
3) Если в структуре модели есть хотя бы один элемент, описывающийся дифференциальным уравнением.
4) Если в структуре модели все элементы описываются дифференциальными уравнениями.

2. Как называется система управления, которая обеспечивает наилучшее с некоторой точки зрения функционирование управляемого объекта?
1) Оптимальная.
2) Адаптивная.
3) Робастная.
4) Инвариантная.

3. К какой разновидности систем управления можно отнести систему, обеспечивающую в автоматическом режиме поддержание заданной постоянной температуры внутри холодильника?
1) система стабилизации
2) следящая система
3) система программного управления
4) ни к какой ? ее нельзя считать системой управления

4. Системы управления какого типа наиболее широко используются на практике в настоящее время?
1) разомкнутые системы
2) разомкнутые системы, работающие по принципу компенсации
3) замкнутые системы
4) комбинированные системы

5. Для какой из представленных ниже функций времени нельзя найти изображение по Лапласу?
1) tg(t)
2) sin(t)
3) t^10
4) 1/(t^2+1)

6. Можно ли судить об устойчивости системы управления, нули которой равны -3 и 2, а полюса равны -5; -1+2i; -1-2i (здесь i ? мнимая единица)?
1) можно, система является асимптотически устойчивой
2) можно, система является устойчивой, но не асимптотически устойчивой
3) можно, система является неустойчивой
4) сделать вывод об устойчивости нельзя

7. Можно ли судить об устойчивости системы управления, если известно, что порядок ее характеристического полинома равен 5, все коэффициенты характеристического полинома положительны, а главные диагональные миноры размерности 2 и 3 ее матрицы Гурвица больше нуля?
1) можно, система является асимптотически устойчивой

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

2) можно, система является устойчивой, но не асимптотически устойчивой
3) можно, система является неустойчивой
4) сделать вывод об устойчивости нельзя

8. На вход линейной системы управления подается сигнал с некоторой частотой и амплитудой 10, при этом на выходе системы устанавливается гармонический сигнал с той же частотой и амплитудой 5. Чему равно значение АЧХ системы на этой частоте?
1) 0,5
2) 2
3) 50
4) 0,2

9. Если значение ЛАЧХ системы управления на некоторой частоте равно -40дБ, то чему равно значение АЧХ на этой же частоте?
1) 2
2) 0,1
3) 0,2
4) 0,01

10. Если на некоторой частоте значения ВЧХ и МЧХ системы управления равны 0,4 и -0,3 соответственно, чему будет равно значение АЧХ на этой же частоте?
1) 0,25
2) 0,7
3) 0,1
4) 0,12

11. Если для системы управления на некоторой частоте значение АЧХ равно 2, а значение ФЧХ равно -π/3, то чему будет равно значение ВЧХ на этой же частоте?
1) 1
2) 4
3) 2√3
4) -2√3

12. Даны два элемента с передаточными функциями W1 и W2. Каким образом они соединены друг с другом, если эквивалентная передаточная функция всего соединения может быть найдена по формуле W=W1+W2?
1) параллельно
2) последовательно
3) встречно-параллельно
4) сложно сказать, но это явно не типовое соединение

13. Даны два элемента с передаточными функциями W1 и W2. Каким образом они соединены друг с другом, если эквивалентная передаточная функция всего соединения может быть найдена по формуле W=W1/W2?
1) параллельно
2) последовательно
3) встречно-параллельно
4) сложно сказать, но это явно не типовое соединение

14. Если рассматривать движущийся автомобиль как объект управления, какое воздействие на него можно считать внешним возмущением?
1) изменение уклона дороги
2) нажатие на педаль газа
3) поворот руля на некоторый угол
4) нажатие на педаль тормоза

15. Какой тип регуляторов используется для коррекции неминимально-фазовых нулей объекта управления?
1) прямой параллельный регулятор
2) последовательный регулятор
3) обратный параллельный регулятор
4) регулятор в обратной связи

16. Какой тип регуляторов используется на практике чаще всего?
1) прямой параллельный регулятор

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

2) последовательный регулятор
3) обратный параллельный регулятор
4) регулятор в обратной связи

17. На вход системы управления подается сигнал u(t)=2t. При этом с течением времени разность между желаемым и фактическим значением выходного сигнала устанавливается к некоторому постоянному ненулевому значению. Какой порядок астатизма имеет эта система?
1) нулевой порядок (система статическая)
2) первый порядок
3) второй порядок
4) третий порядок

18. Известно, что все корни характеристического полинома замкнутой системы располагаются в точке с координатами (-5; 0*i), где i - мнимая единица. Какому типовому распределению это соответствует?
1) распределению Баттерворта
2) биномиальному распределению
3) распределению, минимизирующему интеграл квадрата ошибки
4) распределению, минимизирующему интеграл I3

19. Что НЕЛЬЗЯ отнести к достоинствам ПИД-регулятора?
1) ясный физический смысл коэффициентов;
2) простота практической реализации;
3) возможность экспериментальной настройки коэффициентов;
4) простоту аналитического определения оптимальных коэффициентов.

20. Что позволяет сделать частотный критерий устойчивости Найквиста?
1) судить об устойчивости разомкнутой системы по годографу замкнутой системы;
2) судить об устойчивости разомкнутой системы по годографу разомкнутой системы;
3) судить об устойчивости замкнутой системы по годографу разомкнутой системы;
4) судить об устойчивости замкнутой системы по годографу замкнутой системы.

21. Для чего предназначена интегральная составляющая ПИД-регулятора?
1) Она позволяет ликвидировать установившуюся ошибку.
2) Она позволяет эффективно компенсировать быстро изменяющуюся ошибку.
3) Она предназначена перемещения корней характеристического полинома в заданные области комплексной плоскости.
4) Она предназначена для коррекции неминимально-фазовых нулей объекта управления.

22. В каком случае линейная динамическая система является асимптотически устойчивой?
1) Если все корни характеристического полинома имеют неположительные действительные части.
2) Если все корни характеристического полинома имеют неотрицательные действительные части.
3) Если все корни характеристического полинома имеют положительные действительные части.
4) Если все корни характеристического полинома имеют отрицательные действительные части.

23. Для чего предназначена дифференциальная составляющая ПИД-регулятора?
1) Она позволяет ликвидировать установившуюся ошибку.
2) Она позволяет эффективно компенсировать быстро изменяющуюся ошибку.
3) Она предназначена перемещения корней характеристического полинома в заданные области комплексной плоскости.
4) Она предназначена для коррекции неминимально-фазовых нулей объекта управления.

24. Весовая характеристика - это ...
1) реакция динамической системы на функцию Хевисайда при нулевых начальных условиях;
2) реакция динамической системы на функцию Дирака при нулевых начальных условиях;
3) реакция динамической системы на гармонический сигнал единичной амплитуды;
4) реакция динамической системы на линейно нарастающий сигнал.

25. Перерегулирование - это...
1) максимальное значение переходной характеристики, выраженное в процентах от установившегося значения;

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

2) отношение максимального отклонения переходной характеристики от установившегося значения к установившемуся значению, выраженное в процентах;
3) величина, характеризующая степень затухания колебательной составляющей переходной характеристики;
4) отношение коэффициента передачи системы на резонансной частоте к коэффициенту передачи системы на нулевой частоте, выраженное в процентах.

26. Амплитудно-частотная характеристика - это...
1) зависимость от частоты отношения амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного сигнала;
2) зависимость амплитуды и частоты выходного сигнала от амплитуды входного сигнала;
3) зависимость от амплитуды отношения частоты выходного сигнала к частоте входного сигнала;
4) зависимость амплитуды выходного сигнала от частоты входного сигнала.

27. Степень жесткости определяется как...
1) отношение степени быстродействия к степени устойчивости;
2) отношение степени колебательности к степени устойчивости;
3) отношение степени колебательности к степени затухания;
4) отношение степени затухания к степени быстродействия.

28. К динамическим нелинейностям можно отнести...
1) идеальное реле;
2) зону нечувствительности;
3) вязкое трение;
4) насыщение.

29. Какова подынтегральная функция критерия качества движения в задаче быстродействия...
1) тождественная единица;
2) линейная функция времени;
3) линейная функция вектора состояния;
4) скалярное произведение вектора состояния и вектора управления.

30. Имеется некоторый полностью управляемый и наблюдаемый динамический объект, заданный моделью в пространстве состояний. При этом размерность вектора состояния равна 5, размерность вектора входа равна 2, размерность вектора выхода равна 3. Какую размерность будет иметь построенный для него наблюдатель состояния полного порядка?
1) 2
2) 3
3) 5
4) 1

Экзамен

Вопросы к экзамену:
1. Определение устойчивости по Ляпунову.
2. Геометрическая интерпретация устойчивости.
3. Алгебраические критерии устойчивости.
4. Частотные критерии устойчивости. Запасы устойчивости.
5. Устойчивость нелинейных систем автоматического управления.
6. Первый метод Ляпунова.
7. Второй метод Ляпунова. Функция Ляпунова.
8. Качество процессов управления. Способы оценки качества процессов управления и их физический смысл.
9. Временные показатели качества. Способы определения временных показателей качества.
10. Частотные показатели качества. Способы определения частотных показателей качества.
11. Спектральные показатели качества. Способы определения спектральных показателей качества.
12. Связь спектральных и временных показателей качества.
13. Задача стабилизации динамических систем. Методы стабилизации.
14. ПИД-регулятор. Модификации ПИД-регулятора. Области применения и особенности использования ПИД-регулятора.
15. Методы определения коэффициентов ПИД-регулятора.
16. Синтез системы управления методом логарифмических амплитудно-частотных характеристик.
17. Повышение качества регулирования использованием местных обратных связей, использованием комбинированного управления (инвариантные системы).
18. Способы повышения статической точности увеличением коэффициента передачи разомкнутой системы, обеспечением астатизма.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

19. Модальное управление. Формула Аккермана.
20. Типовые распределения корней характеристического уравнения замкнутой системы.
21. Линейное наблюдение. Наблюдатель полного порядка.
22. Наблюдатель Люенбергера. Функциональный наблюдатель.
23. Проектирование системы управления с наблюдателем состояния и модальным регулятором. Теорема о разделении Калмана.
24. Нелинейные системы управления. Особенности нелинейных систем.
25. Основные классы нелинейностей и их особенности.
26. Характеристики типовых нелинейностей.
27. Основные методы исследования нелинейных систем.
28. Метод фазовой плоскости.
29. Метод гармонической линеаризации.
30. Расчет коэффициентов гармонической линеаризации.
31. Абсолютная устойчивость. Абсолютная устойчивость в секторе.
32. Линейный критерий Попова.
33. Параболический критерий Попова.
34. Оптимальные системы управления. Постановка задачи оптимального управления.
35. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов.

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			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
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.	2	20
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	30
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	3	10
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)

Matlab.Exponenta - Центр компетенций Mathworks - http://matlab.exponenta.ru

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - http://window.edu.ru

Научная электронная библиотека - http://elibrary.ru

Общероссийский математический портал - http://www.mathnet.ru

Официальная справочная документация по системе Matlab - http://www.mathworks.com/help/

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
лабораторные работы	Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы: 1) Ознакомление с заданием. 2) Изучение необходимого теоретического материала. 3) Изучение примеров выполнения задания. 4) Разработка алгоритма решения поставленной задачи. 5) Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения). Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. В процессе ответа студент должен продемонстрировать понимание сущности выполненных им действий и должен быть в состоянии описать практическую значимость полученных результатов. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка экзамену. При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Вид работ	Методические рекомендации
устный опрос	После изучения каждого раздела дисциплины проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе; выполнить все лабораторные работы по каждой теме. Примерные вопросы по каждой теме приведены в разделе 6.3 настоящей программы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
курсовая работа по дисциплине	Для успешного написания курсовой работы студент должен успешно освоить соответствующий теоретический материал и выполнить лабораторные работы. Помимо этого студенту нужно активно самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет по данной дисциплине. К защите курсовой работы должен быть представлен распечатанный отчет, включая приложения, подписанный отзыв внешнего рецензента на курсовую работу, компакт-диск с записанными на него электронной версией отчета, проектом разработанного приложения, математическими цифровыми моделями и т.п. Отчет по курсовой работе должен состоять из следующих частей: титульный лист; содержание; введение; основная часть, включающая 1-3 нумерованных раздела (главы); заключение; список использованных источников; приложения (если есть). Примерные темы курсовых работ приведены в п. 6.3 настоящей программы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса. Для успешного ответа на экзамене студент должен: 1) корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы; 2) продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников; 3) корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов; 4) свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".

Вид работ	Методические рекомендации
тестирование	При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо: 1) готовясь к тестированию, проработать весь имеющийся материал по дисциплине; 2) проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы, при подготовке к тестированию использовать указанную в п.7 настоящей программы основную и дополнительную литературу; 3) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильный (или правильные, если такое допускается условиями); 4) в процессе написания теста контролировать оставшееся время, не тратить слишком много времени на вопрос, ответ на который не получается вспомнить или получить из имеющихся данных; 5) после ответа на все вопросы тщательно перепроверить полученный результат во избежание механических ошибок. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".

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;

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

- 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 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.01 Математическое моделирование и управление динамическими системами

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. 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: 15.07.2020). - Текст : электронный.

2. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 192 с. - ISBN 978-5-8114-1424-6. - URL: https://e.lanbook.com/book/168961 (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.

3. 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: 13.05.2021). - Текст : электронный.

4. Петров А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1886-2. - URL: https://e.lanbook.com/book/168879 (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Ким Д. П. Сборник задач по теории автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебное пособие / Д. П. Ким. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 328 с. - ISBN 978-5-9221-0937-6. - URL: https://e.lanbook.com/book/49085 (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

2. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1471-0. - URL: https://e.lanbook.com/book/169149 (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.

3. 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: 13.05.2021). - Текст : электронный.

4. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры : монография / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с. - ISBN 5-9221-0120-X. - URL: https://e.lanbook.com/book/59285 (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.

5. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1010810 (дата обращения: 13.05.2021). - Текст : электронный.

6. 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: 13.05.2021). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.01 Математическое моделирование и управление динамическими системами

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика
Профиль подготовки:
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ