

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

Ахметов Н.Д.

"16" июня 2021 г.

Программа дисциплины

Математическое моделирование и управление динамическими системами

Направление подготовки: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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)
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 разработали доцент, к. техн. н. (доцент) Демьянов Д.Н. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем, Набережночелнинский институт (филиал) КФУ), DNDemyanov@kpfu.ru, доцент, к.пед.н. (доцент) Гумерова Л.З. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем, Набережночелнинский институт (филиал) КФУ), LZGumerova@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-5	Способен разрабатывать математические и компьютерные модели систем для решения задач научной и проектно-технологической деятельности
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 построения и исследования математических моделей динамических систем с использованием современного математического аппарата;
- основные принципы компьютерной реализации математических моделей динамических систем для решения задач научной и проектно-технологической деятельности;
- основные принципы оценки показателей качества процессов управления, основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.

Должен уметь:

- использовать современный математический аппарат для построения математических моделей динамических систем;
- составлять математические модели динамических систем и осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, для решения задач научной и проектно-технологической деятельности;
- анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов.

Должен владеть:

- навыками математического моделирования динамических систем с использованием современного математического аппарата;
- навыками компьютерного моделирования динамических систем с использованием современных программных и аппаратных средств для решения задач научной и проектно-технологической деятельности;
- навыками оценки показателей качества процессов управления, 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 блок "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 единиц на 360 часов.

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

Самостоятельная работа - 144 часа.

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа.

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	
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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
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)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- индикаторы оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение 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;

- в печатном виде - в библиотеке НЧИ 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 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень 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 КФУ.

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

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". 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". 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
самостоятельная работа	<p>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". 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".</p>
устный опрос	<p>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. В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". 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".</p>
курсовая работа по дисциплине	<p>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). В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". 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</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
отчет	<p>После выполнения всех заданий каждой лабораторной работы должен быть подготовлен отчет в текстовом процессоре MS Word. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) титульный лист; 2) цель выполняемой работы; 3) задания; 4) краткие теоретические сведения; 5) исходные данные; 6) полученные на каждом этапе работы результаты; 7) примеры работы программы, результаты тестирования программы (при наличии); 8) выводы по каждому выполненному заданию. <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Файл отчета обучающиеся размещают на странице с соответствующим заданием, защита отчета осуществляется в режиме видеосообщения.</p>
экзамен	<p>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". 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 видеосообщения в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
тестирование	<p>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</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	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". 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 и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории – помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, укомплектованные специальной мебелью и оборудованием:

- Доска маркерная и меловая
- Интерактивная трибуна с компьютером
- Проектор, экран настенный
- Компьютеры

Рабочий кабинет – помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Приложение №1
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Математическое моделирование и управление динамическими системами

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
Математическое моделирование и управление динамическими системами

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки: отсутствует
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очная
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2021

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**
- 2. ИНДИКАТОРЫ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**
- 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ**
- 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**
 - 4.1. Оценочные средства текущего контроля
 - 4.1.1. Лабораторные работы*
 - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
 - 4.1.1.2. Критерии оценивания
 - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.2. Отчет по лабораторным работам*
 - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.2.2. Критерии оценивания
 - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.3. Устный опрос*
 - 4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.3.2. Критерии оценивания
 - 4.1.3.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.4. Тестирование*
 - 4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.4.2. Критерии оценивания
 - 4.1.4.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.5. Курсовая работа по дисциплине*
 - 4.1.5.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.5.2. Критерии оценивания
 - 4.1.5.3. Содержание оценочного средства
 - 4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации
 - 4.2.1. Экзамен (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)*
 - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
 - 4.2.1.2. Критерии оценивания.
 - 4.2.1.3. Оценочные средства

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК-2 – Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	<p>Знать основные принципы построения и исследования математических моделей динамических систем с использованием современного математического аппарата.</p> <p>Уметь использовать современный математический аппарат для построения математических моделей динамических систем.</p> <p>Владеть навыками математического моделирования динамических систем с использованием современного математического аппарата.</p>	<p>Текущий контроль:</p> <p>1. Лабораторные работы по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки. Синтез линейных систем автоматического управления Основы теории нелинейных и оптимальных систем автоматического управления. <p>2. Отчет по лабораторным работам по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

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 систем автоматического управления.

3. Устный опрос по темам:

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.

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 систем автоматического управления.

4. Тестирование по темам:

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 систем автоматического управления.

5. Курсовая работа по дисциплине по темам:

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.

		<p>5. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем.</p> <p>6. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.</p> <p>7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления.</p> <p>8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки.</p> <p>9. Синтез линейных систем автоматического управления</p> <p>10. Основы теории нелинейных и оптимальных систем автоматического управления.</p> <p>Промежуточная аттестация: Экзамен (контрольные вопросы).</p>
ПК-5 – Способен разрабатывать математические и компьютерные модели систем для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	<p>Знать основные принципы реализации математических моделей динамических систем для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.</p> <p>Уметь составлять математические модели динамических систем и осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.</p> <p>Владеть навыками компьютерного моделирования динамических систем с использованием современных программных и аппаратных средств для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.</p>	<p>Текущий контроль:</p> <p>1. Лабораторные работы по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем. Основные положения теории автоматического управления.

	<p>Статические и динамические характеристики систем автоматического управления.</p> <p>7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления.</p> <p>8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки.</p> <p>9. Синтез линейных систем автоматического управления</p> <p>10. Основы теории нелинейных и оптимальных систем автоматического управления.</p> <p>2. Отчет по лабораторным работам по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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 по темам:

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.

4. Курсовая работа по дисциплине по темам:

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.
7. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления.
8. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы

		<p>их оценки.</p> <p>9. Синтез линейных систем автоматического управления</p> <p>10. Основы теории нелинейных и оптимальных системы автоматического управления.</p> <p>Промежуточная аттестация: Экзамен (контрольные вопросы).</p>
<p>ПК-9 – Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p>Знать основные принципы оценки показателей качества процессов управления, основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.</p> <p>Уметь анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов.</p> <p>Владеть навыками оценки показателей качества процессов управления, использования стандартных методов анализа и синтеза систем автоматического управления.</p>	<p>Текущий контроль:</p> <p>1. Лабораторные работы по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> Понятие модели и моделирования. Основные этапы математического моделирования. Понятие системы и её свойства. Основные принципы построения математических моделей динамических систем различной природы. Формальная модель системы. Вход-выходное описание динамических систем. Модели динамических систем в пространстве переменных состояния. Графическое представление моделей динамических систем. Взаимосвязь между различными формами представления математических моделей динамических систем. Основные положения теории автоматического управления. Статические и динамические характеристики систем автоматического управления. Понятие устойчивости по Ляпунову. Устойчивость линейных систем автоматического управления. Качество процессов управления. Показатели качества процессов управления и способы их оценки. Синтез линейных систем автоматического управления Основы теории нелинейных и оптимальных системы автоматического управления. <p>2. Отчет по лабораторным работам по темам:</p>

- | | |
|--|---|
| | <ol style="list-style-type: none"> 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. 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 систем автоматического управления. <p>3. Тестирование по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 систем автоматического управления. |
|--|---|

		<p>4. Курсовая работа по дисциплине по темам:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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 систем автоматического управления. <p>Промежуточная аттестация: Экзамен (контрольные вопросы).</p>
--	--	---

2. Индикаторы оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	

	преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.	виду, удобному для исследования на ЭВМ, для решения задач научной и проектно-технологической деятельности при решении типовых задач.	преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, для решения задач научной и проектно-технологической деятельности, допуская ошибки.	осуществлять их преобразования к виду, удобному для исследования на ЭВМ, для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.
	Владеет навыками компьютерного моделирования динамических систем с использованием современных программных и аппаратных средств для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.	Владеет навыками компьютерного моделирования динамических систем с использованием современных программных и аппаратных средств для решения задач научной и проектно-технологической деятельности при решении типовых задач.	Владеет навыками компьютерного моделирования динамических систем с использованием современных программных и аппаратных средств для решения задач научной и проектно-технологической деятельности только под контролем преподавателя.	Не владеет навыками компьютерного моделирования динамических систем с использованием современных программных и аппаратных средств для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.
ПК-9	Знает основные принципы оценки показателей качества процессов управления, основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.	Знает базовые принципы оценки показателей качества процессов управления, основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.	Перечисляет базовые принципы оценки показателей качества процессов управления, основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.	Не знает принципы оценки показателей качества процессов управления, основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.
	Умеет анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов и оценивать результаты их применения.	Умеет анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов и оценивать результаты их применения при решении типовых задач.	Умеет анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов и оценивать результаты их применения, допуская ошибки.	Не умеет анализировать устойчивость и качество процессов управления, применять стандартные методы синтеза регуляторов.
	Владеет навыками оценки показателей качества процессов управления, использования	Владеет навыками оценки показателей качества процессов управления, использования	Владеет навыками оценки показателей качества процессов управления, использования	Не владеет навыками оценки показателей качества процессов

	стандартных методов анализа и синтеза систем автоматического управления и оценки результатов их применения.	стандартных методов анализа и синтеза систем автоматического управления и оценки результатов их применения при решении типовых задач.	стандартных методов анализа и синтеза систем автоматического управления и оценки результатов их применения только под контролем преподавателя.	управления, использования стандартных методов анализа и синтеза систем автоматического управления.
--	---	---	--	--

3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

5 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-2, ПК-5, ПК-9) – 10 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-2, ПК-5, ПК-9) – 10 баллов

Устный опрос (ПК-2) – 10 баллов

Курсовая работа по дисциплине (ПК-2, ПК-5, ПК-9) – 20 баллов

Итого $10+10+10+20 = 50$ баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной.

Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут. Общее количество вопросов – 58.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого $25+25= 50$ баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию: $50+50=100$ баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для экзамена:

86-100 – отлично;

71-85 – хорошо;

56-70 – удовлетворительно;

0-55 – неудовлетворительно.

6 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-2, ПК-5, ПК-9) – 20 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-2, ПК-5, ПК-9) – 10 баллов

Тестирование (ПК-2, ПК-5, ПК-9) – 10 баллов

Устный опрос (ПК-2) – 10 баллов

Итого $20+10+10+10 = 50$ баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной.

Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут. Общее количество вопросов – 35.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого $25+25= 50$ баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию: $50+50=100$ баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для экзамена:

86-100 – отлично;

71-85 – хорошо;

56-70 – удовлетворительно;
0-55 – неудовлетворительно.

4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания

4.1. Оценочные средства текущего контроля

4.1.1. Лабораторные работы

4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

Лабораторные работы выполняются по следующим темам:

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.
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 систем автоматического управления.

Работа на лабораторных занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе.

Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:

- Ознакомление с заданием.
- Изучение необходимого теоретического материала.
- Изучение примеров выполнения задания.
- Разработать алгоритм решения поставленной задачи.
- Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения).

Захист 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. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.1.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания лабораторных работ:

1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено полностью и без ошибок, обучающийся способен объяснить методы и алгоритмы, использованные при решении задачи.

2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено полностью с незначительными ошибками, обучающийся способен описать алгоритм решения задачи.

3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено более чем наполовину, в решении присутствуют серьёзные ошибки, обучающийся способен описать порядок своих действий при решении задачи.

4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание выполнено фрагментарно или не выполнено вообще, обучающийся не способен объяснить смысл своих действий при выполнении работы.

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

Темы лабораторных работ 5 семестр:

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.

Темы лабораторных работ 6 семестр:

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?

4.1.2. Отчет по лабораторным работам

4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Отчеты оформляются по следующим темам:

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.

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.

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет.

Подготовка отчета по лабораторной работе предполагает осмысление, структурирование и систематизацию результатов, полученных в процессе выполнения лабораторной работы. Кроме того, подготовка отчетов по лабораторным работам направлена на формирование у студентов навыков структурированного, грамотного и последовательного изложения материала по заданной тематике в письменной форме, а также навыков оформления отчетной документации в соответствии с установленными требованиями.

В процессе сдачи отчета по лабораторной работе преподаватель может задавать студенту уточняющие вопросы, касающиеся содержания или оформления отчета. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.2.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания отчета:

1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. В отчете присутствуют все требуемые разделы в достаточном объеме. Материал изложен подробно, точно и структурированно. Использованы надлежащие источники информации в нужном количестве. Оформление отчета полностью соответствует установленным требованиям. В процессе сдачи отчета студентом даны полные развернутые ответы на все вопросы.

2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. В отчете присутствуют все требуемые разделы. Материал изложен точно и структурированно. Использованы надлежащие источники информации. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, однако имеются некоторые погрешности. В процессе сдачи отчета студентом даны правильные ответы на все вопросы.

3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено в целом правильно, однако имеются некоторые ошибки. В отчете присутствуют все требуемые разделы. Материал отчета соответствует содержанию работы. Указаны источники информации. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, однако имеются существенные погрешности. В процессе сдачи отчета студентом даны правильные ответы на некоторые вопросы.

4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками. Содержание и оформление отчета не соответствует содержанию работы и установленным требованиям. В процессе сдачи отчета студент не может ответить на вопросы или дает неправильные ответы.

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

Темы лабораторных работ 5 семестр:

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.

Темы лабораторных работ 6 семестр:

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.

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель выполняемой работы;
- 3) задания;
- 4) краткие теоретические сведения;
- 5) исходные данные;
- 6) полученные на каждом этапе работы результаты;
- 7) примеры работы программы, результаты тестирования программы (при наличии);
- 8) выводы по каждому выполненному заданию.

Следует иметь в виду, что неправильное оформление отчета может привести к снижению итоговой оценки. Отчет должен быть подготовлен на персональном компьютере в MS Word на стандартном листе формата А4 (210x297 мм). Рекомендуемый шрифт – Times New Roman, межстрочный интервал полуторный, 14 кегль, в таблицах - 12, в подстрочных сносках - 10. На титульном листе надписи: «отчет по лабораторной работе № название работы» печатаются 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом не допускается. Поля сверху, снизу по 20 мм, справа - 20 мм, слева - 30 мм, отступ первой строки абзаца - 1,25, выравнивание по ширине. Отчет включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, список использованных источников. Титульный лист заполняется по единому образцу. В оглавлении, следующем за титульным листом, перечисляются разделы отчета с указанием номеров страниц. Названия разделов (заголовки) выделяются полужирным шрифтом, и выравниваются по центру. В конце заголовка точка не ставится. Размер заголовка - 16 пт, подзаголовка - 14 пт. Каждый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между заголовком и последующим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами (одной пустой строкой). Страницы отчета должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижнего поля страницы без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. Размер шрифта, используемого для нумерации должен быть меньше, чем у основного текста. В работе второй страницей является - оглавление.

4.1.3. Устный опрос

4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Устный опрос проводится по следующим темам:

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.
 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.
- Устный опрос проводится во время аудиторной работы. Обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя, участвуют в дискуссии. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.
- В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:
- в команде «Microsoft Teams».

4.1.3.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания ответов при устном опросе:

1) 86-100% от максимального числа баллов

- обучающийся знает весь теоретический материал по рассматриваемому вопросу, предусмотренный учебной программой;
- может дать подробное описание и провести сравнительный анализ различных подходов к решению рассматриваемой задачи;
- корректно использует понятийный аппарат;
- высказывает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу и может ее аргументированно обосновать.

2) 71-85% от максимального числа баллов

- обучающийся знает основные теоретические положения по рассматриваемому вопросу;
- может описать различные подходы к решению рассматриваемой задачи;
- корректно использует понятийный аппарат;
- высказывает свою точку зрения.

3) 56-70% от максимального числа баллов

- обучающийся имеет общее представление о предмете обсуждения, способах решения рассматриваемой задачи;
- допускает ошибки при использовании понятийного аппарата;
- высказывает свои мысли сумбурно, ответ слабо структурирован.

4) 0-55% от максимального числа баллов

- обучающийся не владеет теоретическим материалом;
- не владеет понятийным аппаратом;
- не способен внятно сформулировать свои мысли.

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

Примерные вопросы 5 семестр:

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.
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.

Примерные вопросы 6 семестр:

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?

4.1.4. Тестирование

4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания

Задание в тестовой форме проводится по следующим темам:

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 систем автоматического управления.

Тестовые задания предоставляются в объеме 30 вопросов. Тесты могут выполняться как в письменной форме, так и с использованием компьютерных технологий. На решение тестовых заданий студентам дается 60 минут.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.4.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов
От 26 до 30 правильных ответов.
- 2) 71-85% от максимального числа баллов
От 21 до 25 правильных ответов.
- 3) 56-70% от максимального числа баллов
От 16 до 20 правильных ответов.
- 4) 0-55% от максимального числа баллов
От 0 до 15 правильных ответов.

4.1.4.3. Содержание оценочного средства

Примеры тестовых заданий в 6 семестре:

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) $\operatorname{tg}(t)$
 - 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
- 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 $-\pi/3$, то чему будет равно значение ВЧХ на этой же частоте?

- 1) 1
- 2) 4
- 3) $2\sqrt{3}$
- 4) $-2\sqrt{3}$

12. Даны два элемента с передаточными функциями W_1 и W_2 . Каким образом они соединены друг с другом, если эквивалентная передаточная функция всего соединения может быть найдена по формуле $W=W_1+W_2$?

- 1) параллельно
- 2) последовательно
- 3) встречно-параллельно
- 4) сложно сказать, но это явно не типовое соединение

13. Даны два элемента с передаточными функциями W_1 и W_2 . Каким образом они соединены друг с другом, если эквивалентная передаточная функция всего соединения может быть найдена по формуле $W=W_1/W_2$?

- 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
- 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 Баттервортса
- 2) биномиальному распределению
- 3) распределению, минимизирующему интеграл квадрата ошибки
- 4) распределению, минимизирующему интеграл I^3

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;
- 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

4.1.5. Курсовая работа по дисциплине

4.1.5.1. Порядок проведения и процедура оценивания

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.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

4.1.5.2. Критерии оценивания

Механизм оценивания курсовой работы:

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:

Студент регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение всем материалом по теме работы, высокий уровень самостоятельности. Студент способен самостоятельно составлять и контролировать план выполняемой работы. При подготовке элементов отчета использует надлежащие источники информации в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны полные развернутые ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:

Студент регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, не всегда своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение основным материалом по теме работы, способность работать самостоятельно. Студент способен самостоятельно составлять план выполняемой работы, не всегда учитывая необходимые для выполнения работы ресурсы. При подготовке элементов отчета использованы надлежащие источники информации. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном

соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны правильные ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если:

Студент не регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, не всегда своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение базовым материалом по теме работы. При подготовке элементов отчета использованные источники информации, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Студент способен составлять и следовать плану выполняемой работы только под строгим контролем руководителя, не всегда может оценить результаты собственной работы. Оформление частично соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны правильные ответы не на все вопросы по теме курсовой работы.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если:

Студент не посещает консультации руководителя курсовой работы, не предоставляет элементы отчета о работе. Студент не владеет материалом по теме работы. Использованные источники информации, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Студент не способен составлять и следовать плану выполняемой работы даже под строгим контролем руководителя. Оформление не соответствует требованиям. В ходе защиты студент не смог ответить на вопросы по теме курсовой работы.

4.1.5.3. Содержание оценочного средства

Примерные темы курсовых работ в 5 семестре:

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.

4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

4.2.1. Экзамен (устный/письменный ответ на контрольные вопросы)

4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

4.2.1.2. Критерии оценивания.

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, при ответе использовал примеры практического применения рассматриваемого теоретического материала, ответил на все дополнительные вопросы, ответ четкий и хорошо структурированный, освоен понятийный аппарат.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, однако испытывал затруднение с приведением практических примеров применения рассматриваемого теоретического материала, ответил не на все дополнительные вопросы, ответ структурирован, освоен понятийный аппарат.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если:

Обучающийся раскрыл вопросы лишь частично, не смог привести практические примеры применения рассматриваемого теоретического материала, частично ответил на некоторые из дополнительных вопросов, допускает несущественные ошибки при использовании понятийного аппарата.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если:

Обучающийся не ответил на вопросы или же ответы не соответствовали заданным вопросам, не дал адекватного ответа на дополнительные вопросы, допускает грубые ошибки

при использовании понятийного аппарата или не использует понятийный аппарат предметной области вовсе.

4.2.1.3. Оценочные средства

Вопросы к экзамену в 5 семестре:

1. Основные понятия теории моделирования.
2. Моделирование как метод исследования, его достоинства и недостатки.
3. Области применения моделей.
4. Виды моделирования.
5. Классификация моделей.
6. Свойства моделей.
7. Математическая модель.
8. Классификация математических моделей.
9. Методы реализации математических моделей.
10. Основные этапы математического моделирования.
11. Содержательная постановка задачи.
12. Концептуальная постановка задачи.
13. Математическая постановка задачи.
14. Анализ модели.
15. Выбор и обоснование методов решения.
16. Проверка адекватности модели, возможные причины неадекватности.
17. Понятие и свойства системы.
18. Динамические системы: основные понятия, определения, свойства.
19. Непрерывно-детерминированные модели систем.
20. Дискретно-детерминированные модели систем.
21. Дискретно-стохастические модели систем.
22. Непрерывно-стохастические модели систем.
23. Иерархия типовых моделей динамических систем.
24. Экспериментальный подход к построению моделей динамических систем.
25. Аналитический подход к построению моделей динамических систем.
26. Основные этапы построения аналитической модели динамической системы.
27. Линеаризация, понятие линейной модели и её физический смысл.
28. Основные виды аналитических моделей, их сравнительные характеристики.
29. Поэлементное описание динамической системы.
30. Вход-выходное описание динамической системы.
31. Модель динамической системы в виде дифференциального уравнения n-го порядка.
32. Получение вход-выходного описания в виде дифференциального уравнения n-го порядка.
33. Интегральное преобразование Лапласа.
34. Свойства преобразования Лапласа.
35. Передаточная функция динамической системы, её свойства.
36. Модель динамической системы в пространстве состояний: основные понятия и определения.
37. Выбор переменных состояния.
38. Связь между различными моделями в пространстве состояний для одного объекта, канонические формы уравнений состояния.
39. Фробениусовы канонические формы.
40. Жорданова каноническая форма.
41. Получение передаточной функции по модели в пространстве состояний.
42. Получение фробениусовой канонической формы уравнений состояния по передаточной функции.

43. Получение жордановой канонической формы уравнений состояния по передаточной функции.
44. Типовые тестовые сигналы и их физический смысл.
45. Переходная характеристика, способы ее получения и физический смысл.
46. Весовая характеристика, способы ее получения и физический смысл.
47. Показатели качества переходного процесса.
48. Частотные характеристики.
49. Основные частотные характеристики, их физический смысл.
50. Дополнительные частотные характеристики, связь между основными и дополнительными частотными характеристиками.
51. Логарифмические частотные характеристики.
52. Преобразование Фурье, связь преобразования Фурье и преобразования Лапласа.
53. Получение частотных характеристик по передаточной функции.
54. Частотные показатели качества.
55. Использование структурных схем при описании моделей динамических систем.
56. Использование направленных графов при описании моделей динамических систем.
57. Астатизм. Статические и астатические системы управления.
58. Порядок астатизма. Коэффициенты ошибок.

Вопросы к экзамену в 6 семестре:

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.
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.

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Математическое моделирование и управление
динамическими системами

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 192 с. - ISBN 978-5-8114-1424-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/76825> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
3. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1034-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/71753> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
4. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А.А. Первозванский. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0995-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68460> ISBN 978-5-8114-0995-2. - Текст : электронный.
5. Петров А.В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А.В. Петров. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1886-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68472> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
6. 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.
7. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 208 с. - ISBN 978-5-8114-1471-0. - URL: <https://e.lanbook.com/book/104954> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
8. Певзнер Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 604 с. - ISBN 978-5-8114-2161-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/75516> (дата обращения: 15.07.2020). - Текст : электронный.
9. 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.
10. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - Москва: РИОР, 2013. - 398 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. -

URL: <http://znanium.com/go.php?id=392652>. (дата обращения: 15.07.2020). - Текст :
электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
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: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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

Операционная система Microsoft Windows 7

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Acrobat Reader

Mathworks Matlab R2014b

Антивирус Касперского

ЭБС "ZNANIUM.COM"

ЭБС Издательства "Лань"

ЭБС "Консультант студента"