

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



Утверждаю

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



« _____ » _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Моделирование мехатронных и робототехнических систем

Направление подготовки: 15.04.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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

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
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-2	владением в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств
ПК-1	способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей
ПК-2	способностью использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования
ПК-3	способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий
ПК-5	способностью разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- законы и методы естественных наук и математики, необходимые для разработки математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
- основы физико-математического аппарата, необходимые для описания и исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
- теоретические основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и модулей;
- программные пакеты для моделирования робототехнических систем при их проектировании;
- основы разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и их исследования с применением современных информационных технологий;
- основы проведения экспериментов на моделях мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий.

Должен уметь:

- использовать законы и методы естественных наук и математики для разработки математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
- использовать физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
- составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;

- использовать современные информационные технологии для исследования моделей мехатронных и робототехнических систем;
- исследовать модели управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий;
- проводить вычислительные эксперименты с целью исследования моделей мехатронных и робототехнических систем с использованием современных информационных технологий.

Должен владеть:

- навыками использования законов и методов естественных наук и математики для разработки математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
- навыками использования физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;
- навыками математического моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;
- навыками использования современных информационных технологий для исследования моделей мехатронных и робототехнических систем;
- навыками исследования моделей модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий;
- навыками использования стандартных программных пакетов для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 "Мехатроника и робототехника (Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 42 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 66 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 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. Общие сведения о моделировании систем управления робототехническими системами	3	1	2	3	22
2.	Тема 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем управления	3	1	3	3	22
3.	Тема 3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления	3	1	3	3	22

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления	3	1	3	3	0
5.	Тема 5. Факторные модели динамических систем управления	3	1	3	2	0
6.	Тема 6. Поисковые методы оптимизации	3	1	2	2	0
7.	Тема 7. Имитационное моделирование робототехнических и производственных систем	3	0	2	2	0
	Итого		6	18	18	66

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Общие сведения о моделировании систем управления робототехническими системами

Введение в дисциплину. Моделирование. Основные понятия и определения. Основные понятия и определения. Классификация моделей систем управления технологическими объектами и процессами. Методы математического моделирования. Имитационное моделирование. Основные подходы к созданию математических моделей.

Тема 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем управления

Моделирование динамических систем. Алгоритм составления уравнений динамики. Передаточные функции динамических систем. Весовые функции. Определение передаточных функций по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений. Типовые входные воздействия. Определение реакций системы на различные входные воздействия.

Тема 3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления

Модели систем в пространстве состояний. Переходная (фундаментальная) матрица системы. Методы определения переходной матрицы. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.

Тема 4. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления

Фундаментальные свойства линейных динамических систем. Определения и смысл устойчивости, управляемости и наблюдаемости. Алгебраические критерии для оценки устойчивости. Теорема Калмана. Алгебраические критерии для оценки управляемости и наблюдаемости линейной стационарной динамической системы. Примеры.

Тема 5. Факторные модели динамических систем управления

Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты. Выбор факторов. Планирование полного факторного эксперимента: выбор плана, основных уровней, интервалов варьирования факторов, построение матрицы планирования эксперимента. Адекватность модели. Основные этапы обработки результатов эксперимента.

Тема 6. Поисковые методы оптимизации

Общие понятия о поисковой оптимизации. Обобщенная блок-схема алгоритма поисковой оптимизации. Методы поиска нулевого, первого, второго порядков. Основные поисковые методы оптимизации: метод покоординатного спуска (метод Гаусса-Зейделя), метод случайного поиска, метод градиента, метод наискорейшего спуска, метод Ньютона.

Тема 7. Имитационное моделирование робототехнических и производственных систем

Имитационное моделирование робототехнических систем. Система имитационного моделирования KUKA.Sim. Основные возможности Kuka.Sim. Планирование концепции оборудования с точной длительностью цикла. Проверка достижимости и выявления столкновений. Программное обеспечение для имитационного моделирования производственных систем. Визуализация, анализ и оптимизация производственных систем и логистических процессов.

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

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

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

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

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

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Отчет	ОПК-2 , ПК-1 , ПК-2 , ОПК-1	1. Общие сведения о моделировании систем управления робототехническими системами 2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем управления 3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления 4. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления 5. Факторные модели динамических систем управления
2	Лабораторные работы	ОПК-1 , ОПК-2 , ПК-2	2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем управления 3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления 6. Поисковые методы оптимизации 7. Имитационное моделирование робототехнических и производственных систем
3	Проверка практических навыков	ПК-5 , ПК-3	3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления 4. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

Семестр 3

Текущий контроль

1. Отчет

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Практическая работа N1. Математическое моделирование системы автоматического управления, заданной в виде структурной схемы

Содержание работы:

Для заданной структурной схемы САУ:

- 1) Определить передаточную функцию САУ
- 2) Получить математическую модель в операторной форме
- 3) Получить математическую модель в дифференциальной форме
- 4) Получить математическую модель в пространстве состояний
- 5) Оценить устойчивость, управляемость, наблюдаемость САУ
- 6) Построить графики АЧХ, ФЧХ, АФЧХ
- 7) Построить переходную характеристику САУ.

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 1) Моделирование динамических систем
- 2) Основные формы моделей скалярных динамических систем
- 3) Основные формы моделей матричных динамических систем
- 4) Фундаментальные свойства динамических систем
- 5) Частотные характеристики
- 6) Временные характеристики

Практическая работа N2. Цифровое моделирование системы автоматического управления

Содержание работы:

- Получить математическую модель исследуемого устройства по заданной электрической схеме.
- Получить передаточную функцию исследуемого устройства.

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 1) Математическая модель динамической системы.
- 2) Классификация моделей динамических систем.
- 3) Математическая модель в форме дифференциального уравнения.
- 4) Математическая модель в пространстве состояний.
- 5) Этапы получения математической модели.

Практическая работа N3. Построение математического описания объекта управления экспериментальными методами

Содержание работы:

Получить математическое описание объекта регулирования по результатам экспериментально полученных статических и динамических характеристик объекта.

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 1) Линеаризация математических моделей.
- 2) Как осуществить линеаризацию характеристики?
- 3) Взаимосвязь между импульсной и переходной характеристиками.

Практическая работа N4. Моделирование простых гидравлических систем

Содержание работы:

Получить математическую модель заданной гидравлической системы.

Примерный перечень контрольных вопросов:

- 1) Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?
- 2) Как описывается движение потока жидкости через клапан?
- 3) Как и с какой целью строится информационная матрица системы уравнений математического описания?

2. Лабораторные работы

Темы 2, 3, 6, 7

Лабораторная работа N1. Моделирование мехатронных систем в среде MATLAB (Simulink / SimMechanics).

Содержание работы:

- 1) Изучить программное обеспечение среде MATLAB (Simulink / SimMechanics).
- 2) Собрать в SimMechanics модель двухзвенного физического маятника

- 3) Задать начальное положение маятника
- 4) Настроить параметры звеньев
- 5) Запустить модель и провести анализ
- 6) Исследовать движение маятника при различных начальных условиях
- 7) Сделать выводы.
- 8) Оформить отчет.

Лабораторная работа N2. Моделирование робототехнических систем. Программное обеспечение KUKA.Sim

Содержание работы:

- 1) Изучить программное обеспечение KUKA Sim Pro.
- 2) Определить структуру РТК.
- 3) Разработать предварительную схему робототехнического комплекса (РТК) в соответствии с индивидуальным заданием.
- 4) Выбрать промышленного робота из электронного каталога в соответствии с требованиями.
- 5) Выбрать из электронного каталога основное и вспомогательное производственное оборудование.
- 6) Настроить параметры компонентов из электронного каталога, имеющих параметрическую структуру.
- 7) С помощью проверки достижимости и выявления столкновений проверить реализуемость программ для роботов и схему расположения систем в роботизированном модуле.
- 8) Провести моделирование работы РТК.
- 9) Сделать выводы.
- 10) Оформить отчет.

Лабораторная работа N3. Имитационное моделирование производственных процессов

Содержание работы:

- 1) Изучить программное обеспечение для моделирования
- 2) Провести моделирование производственного процесса
- 3) Оформить отчет

3. Проверка практических навыков

Темы 3, 4

Работа выполняется с целью проверки практических навыков разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных робототехнических систем и проводить их исследование применением современных информационных технологий.

При выполнении работы необходимо:

- 1) используя пакет для математического моделирования, построить одноконтурную модель АСР с ПИД-регулятором;
- 2) задать параметры модели согласно полученного варианта задания;
- 3) задать произвольный коэффициент усиления ПИД-регулятора (интегральные и дифференциальные коэффициенты приравнять нулю);
- 4) подать на вход системы единичный ступенчатый сигнал;
- 5) провести анализ переходной характеристики и подобрать коэффициент усиления, обеспечивающий устойчивость системы;
- 6) изменяя коэффициент усиления провести анализ его влияния на процесс регулирования;
- 7) зафиксировать коэффициент усиления и изменяя интегральный коэффициент ПИД-регулятора провести анализ его влияния на процесс регулирования;
- 8) зафиксировать коэффициент усиления, интегральный коэффициент ПИД-регулятора и изменяя дифференциальный коэффициент провести анализ его влияния на процесс регулирования;
- 9) сделать выводы;
- 10) оформить отчет.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Моделирование. Основные понятия и определения.
2. Классификации моделей систем управления технологическими объектами и процессами.
3. Классификация видов моделирования.
4. Основные формы моделей скалярных динамических систем.
5. Передаточные и весовые функции. Определение передаточных функций по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений.
6. Определение реакций системы на различные входные воздействия.
7. Модели систем в пространстве состояний. Переходная (фундаментальная) матрица системы.
8. Методы определения переходной матрицы.
9. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.

10. Фундаментальные свойства динамических систем. Определения и смысл устойчивости, управляемости, наблюдаемости.
11. Критерии оценки устойчивости.
12. Критерии оценки управляемости и наблюдаемости.
13. Особенности составления уравнений состояния для механических систем
14. Особенности составления уравнений состояния для электрических цепей
15. Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты. Выбор факторов.
16. Планирование полного факторного эксперимента: выбор плана, основных уровней, интервалов варьирования факторов, построение матрицы планирования эксперимента.
17. Основные этапы обработки результатов эксперимента.
18. Регрессионный анализ.
19. Исследование факторной модели. Проверка адекватности модели.
20. Оптимизация моделей динамических систем.
21. Поисковые методы оптимизации. Методы поиска нулевого, первого, второго порядков.
22. Основные поисковые методы оптимизации: метод покоординатного спуска, метод случайного поиска.
23. Основные поисковые методы оптимизации: метод градиента, метод наискорейшего спуска.
24. Моделирование мехатронных систем. Программное обеспечение для моделирования мехатронных систем.
25. Моделирование робототехнических систем. Программное обеспечение для моделирования робототехнических систем.
26. Система моделирования роботизированных процессов KUKA.Sim. Основные возможности.
27. Этапы моделирования робототехнических систем в KUKA.Sim
28. Проверка достижимости и выявления столкновений.
29. Программное обеспечение для имитационного моделирования производственных процессов.
30. Оптимизация моделей производственных процессов.

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	1	15
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	25
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	3	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

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

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

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

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

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

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

KUKA - <http://kuka.com>

Курс Лекций. Теория автоматического управления - <http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>

Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes - <http://matlab.exponenta.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью раскрытия теоретических положений по теме лекции, вызывающих затруднения. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. При проработке лекционного материала необходимо опираться на источники, которые приведены в данной программе. Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.
практические занятия	Выполнение практических работ заключается в выполнении индивидуальных заданий, предусмотренных в рамках этих работ, а также к оформлению результатов выполнения заданий. По темам обучающийся выполняет практические работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по практической работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению работ являются общими. Отчет выполняется на листах формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, междустрочный интервал: одинарный. Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>По темам обучающийся выполняет лабораторные работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме.</p> <p>Общие рекомендации к выполнению лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Задания выполняются индивидуально, в соответствии с темой лабораторной работы. 2) По результатам лабораторной работы выполняется отчет, содержащий: <ul style="list-style-type: none"> - тему работы; - цель работы; - краткие теоретические основы работы; - задание на лабораторную работу; - сведения о выполнении работы; - вывод. <p>Отчет выполняется на листах формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, междустрочный интервал: одинарный.</p> <p>Для защиты лабораторной работы необходимо предоставить корректно выполненную работу и ответить на контрольные вопросы.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p>
самостоятельная работа	<p>Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.</p> <p>Студентам рекомендуется получить в библиотеке института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины (включая источники в электронных библиотечных системах).</p> <p>Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p>
отчет	<p>По результатам выполнения практической работы оформляется отчет, содержащий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тему работы; - цель практической работы; - краткие теоретические основы работы; - задание на практическую работу; - сведения о выполнении работы; - вывод. <p>Отчет выполняется на листах формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, междустрочный интервал: одинарный.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p>
проверка практических навыков	<p>Работа выполняется с целью проверки практических навыков разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных робототехнических систем и проводить их исследование применением современных информационных технологий. В процессе выполнения задания обучающийся разрабатывает математическую модель АСР с ПИД-регулятором, указанной в индивидуальном задании и проводит анализ влияния коэффициентов ПИД-регулятора на процесс управления. Отчет по работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению работ являются общими.</p> <p>Отчет выполняется на листах формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, междустрочный интервал: одинарный.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p>
экзамен	<p>До сдачи экзамена необходимо выполнить все виды учебной работы, предусмотренные данной программой.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции, практические занятия, а также на источники, которые приведены в данной программе. В каждом билете на экзамене содержатся 2 вопроса.</p> <p>Применение дистанционных технологий в обучении осуществляется в среде Microsoft Teams.</p>

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.04.06 "Мехатроника и робототехника" и магистерской программе "Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.02 Моделирование мехатронных и робототехнических систем

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.04.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Основная литература:

1. Павлов В.П. Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно-технологических машин : учебное пособие / В.П. Павлов. - Красноярск : СФУ, 2016. - 144 с. - ISBN 978-5-7638-3405-5. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834055.html> (дата обращения: 20.08.2020). - Текст : электронный.
2. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов Ю. М. Лебедев. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 220 с. - ISBN 978-5-8114-5816-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/145842> (дата обращения: 24.08.2020). - Текст : электронный.
3. Ляхомский А.В. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Часть 1. Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия : учебное пособие / А.В. Ляхомский, В.Н. Фащилко. - Москва : Горная книга, 2014. - 477 с. - (ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА). - ISBN 978-5-98672-367-9. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986723679.html> (дата обращения: 20.08.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник / И.О. Леушин. - Москва : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 208 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-91134-732-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012428> (дата обращения: 20.08.2020). - Текст : электронный.
2. Морозов В.В. Моделирование и автоматизация обогатительных процессов : методы автоматизированного управления технологическими процессами обогащения / В.В. Морозов. - Москва : МИСиС, 2016. - 66 с. - ISBN 978-5-87623-962-4. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239624.html> (дата обращения: 20.08.2020). - Текст : электронный.
3. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. - 592 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011996-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042658> (дата обращения: 20.08.2020). - Текст : электронный.
4. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 20.08.2020). - Текст : электронный.
5. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0995-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168873> (дата обращения: 28.04.2021). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.02 Моделирование мехатронных и робототехнических систем

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

Направление подготовки: 15.04.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

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

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

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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

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