

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



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Моделирование мехатронных и робототехнических систем Б1.В.ОД.2

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: 2019

**Автор(ы):** Зиятдинов Р.Р.

**Рецензент(ы):** Илюхин А.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Симонова Л. А.

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

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

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

## Содержание

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

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

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

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
ОПК-2	владение в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств;
ОПК-3	владение современными информационными технологиями, готовностью применять современные и специализированные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, знать и соблюдать основные требования информационной безопасности;
ПК-1	способность 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	способность использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных робототехнических системах, а также для их проектирования;
ПК-3	способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных робототехнических систем и проводить их исследование применением современных информационных технологий;
ПК-5	способность разрабатывать методики проведения экспериментов проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- методологические основы моделирования и анализа сложных систем управления технологическими объектами;
- основные методы анализа качества функционирования сложных объектов и систем.

Должен уметь:

- строить математические модели систем управления технологическими объектами;
- проводить анализ свойств систем управления технологическими объектами;
- производить компьютерное моделирование систем управления технологическими объектами.

Должен владеть:

- навыками математического и компьютерного моделирования систем управления технологическими объектами.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 "Мехатроника и робототехника (Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике)" и относится к обязательным дисциплинам.

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
4.	Тема 4. Моделирование нестационарных линейных динамических систем управления	3	1	3	3	0
5.	Тема 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления	3	1	3	2	0
6.	Тема 6. Факторные модели динамических систем управления	3	1	2	2	0
7.	Тема 7. Поисковые методы оптимизации	3	0	2	2	0
	Итого		6	18	18	66

### 4.2 Содержание дисциплины

#### 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. Моделирование нестационарных линейных динамических систем управления**

Модели нестационарных систем в пространстве состояний. Переходная матрица нестационарной системы, её свойства. Общее решение уравнений состояния нестационарной системы. Свободная и вынужденная составляющие реакции нестационарной системы, выраженные через переходную матрицу системы. Матрица импульсной реакции нестационарной системы.

### **Тема 5. 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 6. 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 7. Поискные методы оптимизации**

Общие понятия о поисковой оптимизации. Обобщённая 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.

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

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

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

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

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

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

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

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

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

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

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

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

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Отчет	ОПК-1 , ОПК-2 , ОПК-3 , ПК-1 , ПК-2	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. Моделирование нестационарных линейных динамических систем управления 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления
2	Лабораторные работы	ОПК-1 , ОПК-2 , ОПК-3 , ПК-1 , ПК-2 , ПК-3 , ПК-5	2. Передаточные и весовые функции линейных динамических систем управления 3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления 6. Факторные модели динамических систем управления 7. Поисковые методы оптимизации
3	Проверка практических навыков	ПК-3	3. Моделирование стационарных линейных динамических систем управления 5. Устойчивость, управляемость, наблюдаемость динамических систем управления
<b>Экзамен</b>			

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 3</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
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

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

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

**Семестр 3**

**Текущий контроль**

**1. Отчет**

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Практическая работа N 1. Определение весовой функции динамической системы по известной передаточной функции.

Содержание работы:

Задание 1: Определить передаточную функцию по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений.

Задание 2: Определить весовую функцию по передаточной функции.

Практическая работа N 2. Определение передаточной функции по известной весовой функции

Содержание работы:

Задание 3: Определить передаточную функцию по известной весовой функции.

Практическая работа N 3. Аналитический расчёт выходного сигнала динамической системы при известном входном сигнале

Содержание работы:

Задание 4: Определить реакцию системы на различные входные (типовые) воздействия.

Практическая работа N 4. Определение переходной матрицы системы при заданной модели системы в пространстве состояний

Содержание работы:

Задание 5: Получить модель системы в пространстве состояний.

Практическая работа N 5. Определение движения динамической системы при заданной модели системы в пространстве состояний, заданных начальных условиях и заданном входном воздействии

Содержание работы:

Задание 6: Определить реакцию системы на различные входные воздействия.

Практическая работа N 6. Определение модели системы по заданной структурной схеме системы, определение передаточной функции и движения системы

Содержание работы:

Задание 7: Получить модель системы в пространстве состояний по заданной структурной схеме системы.

Задание 8: Определить передаточную и весовую функции через переходную матрицу системы.

Практическая работа N 7. Определение параметров матрицы состояния системы, при которых система будет устойчива

Содержание работы:

Задание 9: Провести оценку устойчивости системы.

Практическая работа N 8. Исследование управляемости и наблюдаемости динамической системы

Содержание работы:

Задание 10: Провести оценку управляемости и наблюдаемости системы.

## **2. Лабораторные работы**

Темы 2, 3, 6, 7

Лабораторная работа N 1. Цифровое моделирование системы автоматического управления

Содержание работы:

- Разработка цифровой модели системы автоматического управления по заданным структурной схеме и моделям элементов системы.

- Расчёт переходного процесса системы.

- Оценка основных параметров качества функционирования системы.

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.

Лабораторная работа N 2. Разработка и исследование факторной математической модели динамического объекта

Содержание работы:

- Разработка с помощью метода планирования эксперимента и исследование факторной математической модели линейной динамической системы автоматического управления.

Примерный перечень контрольных вопросов:

1) Факторные математические модели.

2) Пассивный и активный эксперимент.

3) Выбор факторов.

4) Выбор интервала варьирования.

5) Матрица планирования эксперимента.

6) Проверка адекватности полученных моделей.

Лабораторная работа N 3. Поиск методы оптимизации и их сравнительный анализ

Содержание работы:

- Реализация в виде программ на ЭВМ нескольких алгоритмов поисковой оптимизации нулевого и первого порядка, поиск экстремумов заданной функции, сравнение различных алгоритмов поисковой оптимизации между собой.

Примерный перечень контрольных вопросов:

1) Целевая функция.

2) Локальный и глобальный экстремумы.

3) Основные этапы поиска экстремума.

4) Классификация поисковых методов оптимизации.

5) Градиентные методы поиска.

## **3. Проверка практических навыков**

Темы 3, 5

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. Передаточные и весовые функции. Определение передаточных функций по модели системы, представленной в виде дифференциальных уравнений.
4. Определение реакций системы на различные входные воздействия.
5. Модели систем в пространстве состояний. Переходная (фундаментальная) матрица системы.
6. Методы определения переходной матрицы.
7. Определение реакций системы на различные входные воздействия, выраженное через переходную матрицу системы. Определение передаточной и весовой функций через переходную матрицу системы.
8. Фундаментальные свойства динамических систем. Определения и смысл устойчивости, управляемости, наблюдаемости. Критерии оценки устойчивости, управляемости, наблюдаемости.
9. Общие понятия о факторных моделях. Пассивный и активный эксперименты. Выбор факторов.
10. Планирование полного факторного эксперимента: выбор плана, основных уровней, интервалов варьирования факторов, построение матрицы планирования эксперимента.
11. Основные этапы обработки результатов эксперимента.
12. Регрессионный анализ.
13. Исследование факторной модели. Проверка адекватности модели.
14. Оптимизация моделей динамических систем.
15. Поискные методы оптимизации. Методы поиска нулевого, первого, второго порядков.
16. Основные поисковые методы оптимизации: метод покоординатного спуска, метод случайного поиска.
17. Основные поисковые методы оптимизации: метод градиента, метод наискорейшего спуска.

### 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
<b>Семестр 3</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
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

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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
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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Павлов В.П., Автоматизация моделирования мехатронных систем транспортно-технологических машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Павлов В.П. - Красноярск : СФУ, 2016. - 144 с. - ISBN 978-5-7638-3405-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763834055.html>
2. Морозов В.В., Моделирование и автоматизация обогатительных процессов : методы автоматизированного управления технологическими процессами обогащения [Электронный ресурс] / Морозов В.В. - М. : МИСиС, 2016. - 66 с. - ISBN 978-5-87623-962-4 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239624.html>
3. Ляхомский А.В., Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Часть 1. Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия [Электронный ресурс] / Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. - М. : Горная книга, 2014. - 477 с. (ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА) - ISBN 978-5-98672-367-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785986723679.html>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 224 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71753>
2. Моделирование процессов и объектов в металлургии: Учебник / И.О. Леушин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 208 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-91134-732-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/401597>
3. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. - Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2019. - 592 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1019246>
4. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/392652>
5. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Первозванский. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 624 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68460>

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

- Курс Лекций. Теория автоматического управления - <http://www.toehelp.ru/theory/tau/contents.html>  
Материалы по продуктам MATLAB & Toolboxes - <http://matlab.exponenta.ru/>  
Основы компьютерного моделирования - <http://bourabai.ru/cm/>

## 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.
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.
лабораторные работы	Самостоятельная работа обучающегося в ходе выполнения лабораторных работ в основном сводится к выполнению им индивидуальных заданий, предусмотренных в рамках этих работ, а также к оформлению результатов выполнения заданий. По темам обучающийся выполняет лабораторные работы согласно своему индивидуальному заданию. Отчет по лабораторной работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме. Требования к оформлению работ являются общими.
самостоятельная работа	Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. Студентам рекомендуется получить в библиотеке института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины (включая источники в электронных библиотечных системах). Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.
отчет	В процессе выполнения практического задания студент разрабатывает указанные в индивидуальном задании математические модели, производит компьютерное моделирование в среде MATLAB/Simulink, производит анализ результатов математического и компьютерного моделирования. При этом студент использует лекции, предоставленные учебники и учебно-методические материалы, справочники, источники в сети Интернет, средства компьютерного моделирования. Результаты выполнения задания студент оформляет в форме отчета. В процессе подготовки к защите студент использует лекции, предоставленные учебники и учебно-методические материалы, справочники, источники в сети Интернет.
проверка практических навыков	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.
экзамен	До сдачи экзамена необходимо выполнить все виды учебной работы, предусмотренные данной программой. 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.

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

Освоение дисциплины "Моделирование мехатронных и робототехнических систем" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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

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

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

Освоение дисциплины "Моделирование мехатронных и робототехнических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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

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

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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