

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 систем управления робототехнических систем

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## 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  |
|------------------|--|
| ПК-1             | способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники |
| ПК-3             | способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий                                |
| ПК-6             | способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем   |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- теоретические основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;
- основы разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и их исследования с применением современных информационных технологий;
- основы вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Должен уметь:

- составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;
- исследовать модели управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий;
- проводить вычислительные эксперименты с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных программных пакетов.

Должен владеть:

- навыками математического моделирования мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;
- 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.ОД.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 "Мехатроника и робототехника (Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике)" и относится к обязательным дисциплинам.  
Осваивается на 4 курсе в 7 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 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 54 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 126 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N  | Разделы дисциплины / модуля   | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) |                      |                     | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
|    |   |         | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы |                        |
| 1. | Тема 1. Моделирование систем и процессов. Программное обеспечение для моделирования | 7       | 2  | 0                    | 4                   | 18                     |
| 2. | Тема 2. Моделирование динамических систем   | 7       | 2  | 0                    | 4                   | 18                     |
| 3. | Тема 3. Основные формы моделей скалярных динамических систем                        | 7       | 2  | 0                    | 4                   | 18                     |
| 4. | Тема 4. Модели динамических систем в пространстве состояний                         | 7       | 4  | 0                    | 8                   | 18                     |
| 5. | Тема 5. Взаимосвязь основных форм моделей скалярных динамических систем             | 7       | 2  | 0                    | 4                   | 18                     |
| 6. | Тема 6. Основные формы моделей матричных динамических систем                        | 7       | 2  | 0                    | 4                   | 18                     |
| 7. | Тема 7. Фундаментальные свойства линейных динамических систем                       | 7       | 4  | 0                    | 8                   | 18                     |
|    | Итого   |         | 18   | 0                    | 36                  | 126                    |

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Моделирование систем и процессов. Программное обеспечение для моделирования

Предмет и задачи курса. Структура и содержание курса. Моделирование. Основные понятия и определения. Классификация систем и процессов. Модели. Классификация моделей. Классификация видов моделирования. Методы математического моделирования. Имитационное моделирование. Этапы построения математической модели. Программное обеспечение для моделирования мехатронных и робототехнических систем. Системы моделирования роботизированных процессов.

##### Тема 2. Моделирование динамических систем

Моделирование динамических систем. Основные понятия. Классификация динамических систем. Математическая модель динамической системы. Алгоритм составления уравнений динамики. Линеаризация уравнений математической модели. Примеры формирования модели для электрической и электромеханической системы. Способы отображения динамических структур. Структурные схемы, графы.

##### Тема 3. Основные формы моделей скалярных динамических систем

Скалярные (одномерные) динамические системы. Основные формы моделей скалярных динамических систем. Дифференциальные уравнения n-го порядка. Временные характеристики динамических систем. Частотные характеристики динамических систем. Математические модели динамических систем в форме передаточных функций.

**Тема 4. Модели динамических систем в пространстве состояний**

Модели динамических систем в пространстве состояний. Основные понятия и определения. Переменные состояния. Фазовые координаты. Выбор переменных состояния. Особенности составления уравнений состояния для механических систем. Особенности составления уравнений в пространстве состояний для электрических цепей.

**Тема 5. Взаимосвязь основных форм моделей скалярных динамических систем**

Взаимосвязь основных форм моделей скалярных динамических систем. Формирование уравнений состояния по дифференциальному уравнению. Формирование уравнений состояния по передаточной функции. Формирование уравнений состояния по структурной схеме. Формирование уравнений состояния по известным уравнениям подсистем.

**Тема 6. Основные формы моделей матричных динамических систем**

Матричные (многомерные) системы. Основные понятия и определения. Основные формы моделей матричных динамических систем. Матричные передаточная функция. Весовая передаточная функция. Полиномиально-матричное описание динамических систем. Описание матричных систем в пространстве состояний. Примеры описаний.

**Тема 7. Фундаментальные свойства линейных динамических систем**

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.

**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  |
|------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| <b>Семестр 7</b> |                         |                         |  |
|                  | <i>Текущий контроль</i> |                         |  |
| 1                | Лабораторные работы     | ПК-1 , ПК-6             | 1. Моделирование систем и процессов. Программное обеспечение для моделирования<br>2. Моделирование динамических систем<br>3. Основные формы моделей скалярных динамических систем<br>4. Модели динамических систем в пространстве состояний<br>5. Взаимосвязь основных форм моделей скалярных динамических систем<br>6. Основные формы моделей матричных динамических систем<br>7. Фундаментальные свойства линейных динамических систем |

| Этап | Форма контроля                | Оцениваемые компетенции | Темы (разделы) дисциплины  |
|------|-------------------------------|-------------------------|--|
| 2    | Реферат                       | ПК-1 , ПК-3 , ПК-6      | 1. Моделирование систем и процессов. Программное обеспечение для моделирования<br>2. Моделирование динамических систем<br>3. Основные формы моделей скалярных динамических систем<br>4. Модели динамических систем в пространстве состояний<br>5. Взаимосвязь основных форм моделей скалярных динамических систем<br>6. Основные формы моделей матричных динамических систем<br>7. Фундаментальные свойства линейных динамических систем |
| 3    | Проверка практических навыков | ПК-3                    | 1. Моделирование систем и процессов. Программное обеспечение для моделирования   |
|      | <b>Экзамен</b>                | ПК-1, ПК-3, ПК-6        |  |

**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 7</b>              |   |  |  |   |      |
| <b>Текущий контроль</b>       |   |  |  |   |      |
| Лабораторные работы           | Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.                       | Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.  | Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям. | Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям. | 1    |
| Реферат                       | Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая. | Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя. | Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.            | Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.      | 2    |
| 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    |

| Форма контроля | Критерии оценивания   |   |   |   | Этап |
|----------------|---|---|---|---|------|
|                | Отлично   | Хорошо  | Удовл.  | Неуд.   |      |
| <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 7**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Лабораторная работа N1 Моделирование систем управления с PID-регулятором

Содержание:

Задание 1: Используя пакет для математического моделирования, построить одноконтурную модель АСР с ПИД-регулятором. Структурную схему и параметры передаточных функций получить у преподавателя в соответствии с вариантом.

Задание 2: Изменяя настраиваемые параметры PID-регулятора провести анализ их влияния на процесс регулирования и сделать вывод.

Контрольные вопросы к работе:

- 1) Основные показатели качества процесса регулирования.
- 2) Основные типы регуляторов.
- 3) Оцените влияние настроечных параметров PID-регулятора на показатели качества процесса регулирования, а также устойчивость системы.

Лабораторная работа N2 Разработка математической модели корректирующего устройства

Содержание:

Задание 3: Получить уравнения в пространстве состояний для исследуемого устройства.

Задание 4: Получить передаточную функцию исследуемого устройства.

Задание 5: Сравнить полученную передаточную функцию устройства с передаточной функцией из справочника.

Контрольные вопросы к работе:

- 1) Основные формы моделей динамических систем.
- 2) Передаточные функции.
- 3) Описание динамических систем в форме уравнений в пространстве состояний.
- 4) Основные этапы получения модели динамической системы в пространстве состояний.

5) Связь передаточной функции и описания системы в пространстве состояний.

Лабораторная работа N3 Расчет и исследование переходной характеристики корректирующего устройства  
Содержание:

Задание 6: Построить переходную характеристику исследуемого устройства.

Задание 7: Определить основные числовые параметры переходной характеристики.

Контрольные вопросы к работе:

- 1) Типовые воздействия.
- 2) Переходная характеристика.
- 3) Оценка основных показателей качества регулирования по переходной характеристике.

Лабораторная работа N4 Расчет и исследование частотных характеристик корректирующего устройства САУ  
Содержание:

Задание 8: Построить частотные характеристики исследуемого устройства (АЧХ, ФЧХ).

Задание 9: Построить комплексную частотную характеристику.

Задание 10: Определить устойчивость системы

Контрольные вопросы к работе:

- 1) Частотные характеристики
- 2) Амплитуда-частотная характеристика (АЧХ)
- 3) Фаза-частотная характеристика (ФЧХ)
- 4) Критерии устойчивости
- 5) Построение и анализ частотных характеристики в среде моделирования

## **2. Реферат**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Примерный перечень тем рефератов:

- 1) Моделирование систем и процессов
- 2) Программное обеспечение для моделирования
- 3) Программный пакет MATLAB
- 4) Программный пакет SciLab
- 5) Моделирование механических систем в Simulink
- 6) Среда моделирования Simscape Multibody
- 7) Моделирование мехатронных систем
- 8) Моделирование робототехнических систем
- 9) Программное обеспечение для моделирования робототехнических систем
- 10) Система моделирования роботизированных процессов KUKA.Sim
- 11) Пакет моделирования электрических систем SimPowerSystems
- 12) PID-регулятор
- 13) Формы моделей динамических систем
- 14) Моделирование систем в пространстве состояний
- 15) Моделирование многомерных систем
- 16) Фундаментальные свойства динамических систем
- 17) Моделирование механических систем
- 18) Моделирование электрических систем
- 19) Моделирование электромеханических систем
- 20) Моделирование электропривода

## **3. Проверка практических навыков**

Тема 1

Целью работы является проверка способности обучающегося разрабатывать модели робототехнических систем с применением современных информационных технологий.

При выполнении работы необходимо:

- 1) Изучить программное обеспечение KUKA Sim Pro.
- 2) Определить структуру ПТК.
- 3) Разработать предварительную схему робототехнического комплекса (ПТК) 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 ПТК.
- 9) Сделать выводы.



10) Оформить отчет.

**Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Моделирование систем и процессов. Общие сведения и основные понятия
2. Модели. Классификация моделей
3. Классификация видов моделирования систем
4. Методы математического моделирования
5. Моделирование динамических систем. Общие сведения
6. Классификация динамических систем
7. Методика составления математических моделей динамических систем
8. Формы моделей скалярных динамических систем: дифференциальные уравнения n-го порядка
9. Формы моделей скалярных динамических систем: временные характеристики
10. Формы моделей скалярных динамических систем: частотные характеристики
11. Формы моделей скалярных динамических систем: передаточные характеристики
12. Формы моделей матричных динамических систем: матричные передаточная и весовая функции
13. Формы моделей матричных динамических систем: описание систем в пространстве состояний
14. Моделирование систем в пространстве состояний: основные понятия и определения
15. Моделирование систем в пространстве состояний: выбор переменных состояния
16. Моделирование систем в пространстве состояний: формирование уравнений состояний по дифференциальному уравнению
17. Моделирование систем в пространстве состояний: формирование уравнений состояний по передаточной функции
18. Моделирование систем в пространстве состояний: формирование уравнений состояний по структурной схеме
19. Моделирование систем в пространстве состояний: определение передаточных функций по уравнениям состояний
20. Фундаментальные свойства линейных динамических систем: устойчивость, управляемость, наблюдаемость
21. Программное обеспечение для моделирования мехатронных и робототехнических систем
22. Система моделирования роботизированных процессов KUKA.Sim. Основные возможности. Этапы моделирования робототехнических систем

**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 7</b>        |   |      |                   |
| <b>Текущий контроль</b> |   |      |                   |
| Лабораторные работы     | В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. | 1    | 32                |

| Форма контроля                | Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций   | Этап | Количество баллов |
|-------------------------------|---|------|-------------------|
| Реферат                       | Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности. | 2    | 9                 |
| 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    | 9                 |
| 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;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной 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 Научной библиотеки КФУ.

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

Обучающие видео по MATLAB - <https://www.youtube.com/channel/UCtuwVWw9H06uaTadcyO570A>

Программное обеспечение Scilab - <https://www.scilab.org/>

Учебные материалы - [https://exponenta.ru/academy/study\\_material](https://exponenta.ru/academy/study_material)

### 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. |

| Вид работ                     | Методические рекомендации  |
|-------------------------------|--|
| лабораторные работы           | <p>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.</p> <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"> <li>1) Задания выполняются индивидуально, в соответствии с темой лабораторной работы.</li> <li>2) По результатам лабораторной работы выполняется отчет, содержащий: <ul style="list-style-type: none"> <li>- тему работы;</li> <li>- цель работы;</li> <li>- краткие теоретические основы работы;</li> <li>- задание на лабораторную работу;</li> <li>- сведения о выполнении работы;</li> <li>- вывод.</li> </ul> </li> </ol> <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> |
| 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>  |
| реферат                       | <p>Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.</p> <p>Реферат должен содержать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- титульный лист;</li> <li>- содержание;</li> <li>- введение;</li> <li>- основные разделы по теме работы;</li> <li>- заключение;</li> <li>- список использованных источников.</li> </ul> <p>Реферат выполняется на листах формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, междустрочный интервал: одинарный.</p>   |
| проверка практических навыков | <p>Целью работы является проверка способности обучающегося разрабатывать модели робототехнических систем с применением современных информационных технологий. В процессе выполнения задания обучающийся разрабатывает проект робототехнического комплекса в программе KUKA Sim Pro. Отчет по работе выполняется в письменной/электронной (печатной) форме.</p> <p>По результатам работы выполняется отчет, содержащий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тему работы;</li> <li>- цель работы;</li> <li>- краткие теоретические основы работы;</li> <li>- задание на работу;</li> <li>- сведения о выполнении работы;</li> <li>- вывод.</li> </ul> <p>Отчет выполняется на листах формата А4, рекомендуемый шрифт: Times New Roman 14, междустрочный интервал: одинарный.</p>  |

| Вид работ | Методические рекомендации  |
|-----------|--|
| экзамен   | До сдачи экзамена необходимо выполнить все виды учебной работы, предусмотренные данной программой.<br>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)**

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" и профилю подготовки "Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.11 Моделирование систем управления  
робототехнических систем*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Основная литература:**

1. 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 978-5-16-106942-4. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1010810>. - Текст : электронный.
2. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. - 592 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104762-0. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1042658>. - Текст : электронный.
3. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0995-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/68460>. - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-8114-1034-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/71753> - Текст : электронный
2. Гайдук А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 5-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-4200-3. - URL: <https://e.lanbook.com/book/125741> - Текст : электронный
3. 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 978-5-16-101315-1. - URL: <https://new.znanium.com/catalog/product/1012428> - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.11 Моделирование систем управления  
робототехнических систем

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

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Компьютерные технологии в мехатронике и робототехнике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

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.