|  |  |
| --- | --- |
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение | |
| высшего образования | |
| «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина | |
| (Технологии. Дизайн. Искусство)» | |
|  | |
| Институт | Институт мехатроники и информационных технологий |
| Кафедра | Теоретической и прикладной механики |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  **УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** | | |
| **Основы кинематики и динамики мехатронных систем** | | |
| Уровень образования | бакалавриат | |
| Направление подготовки | 15.03.06 | Мехатроника и робототехника |
| Профиль/Специализация | Мехатронные системы и средства автоматизации | |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года | |
| Форма обучения | очная | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №11 от 19.05.2021 г. | | | |
| Разработчик рабочей программы «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» | | | |
|  | к.т.н., доцент | Степнов Н.В. | |
|  |  |  | |
| Заведующий кафедрой: | | д.т.н., профессор Хейло С.В. |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» изучается в пятом, шестом семестре.
      2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а).

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| пятый семестр | - экзамен |
| шестой семестр | - экзамен |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам:

- инженерная графика,

- математика,

- теоретическая механика,

- сопротивление материалов,

- физика.

* + - 1. Результаты обучения по дисциплины «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» используются при изучении следующих дисциплин:

- проектирование мехатронных и робототехнических систем,

- детали мехатронных модулей и их конструирование,

- гидро и пневмоприводы мехатронных и робототехнических устройств.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

* + - 1. Целями изучения дисциплины «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» являются:

- использовать основные понятия и терминологию мехатроники и робототехники и определять их связи с другими общенаучными инженерными дисциплинами;

- объяснять основные модели мехатроники и робототехники и границы их применения;

- применять основные методы исследования кинематических и динамических характеристик мехатронных устройств и роботов;

- проводить инженерные расчеты в области мехатронных устройств и роботов твердого тела;

- применять современные компьютерные средства при расчётах и конструировании мехатронных устройств и роботов;

- разрабатывать и оформлять проектную и техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, стандартов, технических условий и других нормативных документов;

- использовать современную научно-техническую и справочную информацию, отечественный и зарубежный опыт в области расчётов и конструирования мехатронных устройств и роботов.

* + - 1. Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора**  **достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ОПК-11 Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем | ИД-ОПК-11.1 Применение алгоритмов, современных цифровых программных методов расчета и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем. | ЗНАЕТ:  - основные положения мехатроники и робототехники;  - основы кинематики и динамики мехатронных систем  - методы расчета и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем  УМЕЕТ:  -использовать основные положения мехатроники и робототехники  и объяснитьрезультаты расчетов по кинематике и динамике мехатронных систем;  - использовать в расчётах отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем, известные методы исследований.  ПРИМЕНЯЕТ:  - методы расчетов по кинематике и динамике мехатронных систем в решении основных задач деятельности. |
| ИД-ОПК-11.4 Проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств. |
| ОПК-12 Осуществление участия в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем | ИД-ОПК-12.1 Владение основами кинематики и динамики мехатронных систем для реализации мехатронных систем управления. |
| ИД-ОПК-12.2 Участие в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем. |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения – | **7** | **з.е.** | **252** | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Структура и объем дисциплины** | | | | | | | | | |
| **Объем дисциплины по семестрам** | **форма промежуточной аттестации** | **всего, час** | **Контактная аудиторная работа, час** | | | | **Самостоятельная работа обучающегося, час** | | |
| **лекции, час** | **практические занятия, час** | **лабораторные занятия, час** | **практическая подготовка, час** | ***курсовая работа/***  ***курсовой проект*** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 5 семестр | экзамен | 108 | 18 | 36 |  |  |  | 23 | 31 |
| 6 семестр | экзамен | 144 | 18 | 17 | 38 |  |  | 39 | 32 |
| Всего: |  | 252 | 36 | 53 | 38 |  |  | 62 | 63 |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:**  **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;**  **форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | | | | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;**  **формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** | | | |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | **Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Пятый семестр** | | | | | | |
|  | **Раздел I. Кинематика мехатронных систем и роботов** |  |  |  |  | 23 |  |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.1**  Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №1.1.1**  Структура плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №1.1.2**  Структура пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.2**  Структура и строение мехатронных устройств и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №1.2.1**  Определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала.  Домашняя работа №1. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №1.2.2**  Определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.3**  Структурный анализ, структурный синтез мехатронных устройств и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.3.1**  Структурный анализ, структурный синтез плоских мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.3.2**  Структурный анализ, структурный синтез плоских мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала.  Контрольная работа №1. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.4**  Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов. Прямая и обратная задача кинематики. Геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.4.1**  Геометрический метод кинематического анализа плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.4.2**  Геометрический метод кинематического анализа пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.5**  Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов методом преобразования координат. Системы координат звеньев. Преобразование декартовых координат. Однородные координат. Преобразование однородных координат. Метод Денавита-Хартенберга. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.5.1**  Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат механизма мехатронного устройства. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.5.2**  Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат робота. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.6**  Прямая и обратная задача о положениях мехатронных устройств и роботов. Матрица Якоби. Уравнения связей. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.6.1**  Задача о положениях механизмов мехатронных устройств. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.6.2**  Задача о положениях роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.7**  Прямая и обратная задача о скоростях мехатронных устройств и роботов. Дифференцирование матриц преобразования. Определение линейных и угловых скоростей. Метод Анджелеса-Госслена. Особые положения. |  |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.7.1**  Задача о скоростях механизмов мехатронных устройств. Определение особых положений. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.7.2**  Задача о скоростях роботов. Определение особых положений. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.8**  Прямая и обратная задача об ускорениях мехатронных устройств и роботов. Определение линейных и угловых ускорений. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.8.1**  Задача об ускорениях механизмов мехатронных устройств. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.8.2**  Задача об ускорениях роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала.  Контрольная работа №2. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 1.9**  Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов методом планов положений, скоростей и ускорений. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.9.1**  Метод планов положений, скоростей и ускорений для механизмов мехатронных устройств. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие № 1.9.2**  Метод планов положений, скоростей и ускорений для роботов. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита домашней работы №1. |
|  | Экзамен | х | х | х | х | 31 | экзамен по билетам |
|  | **ИТОГО за пятый семестр** | **18** | **36** |  |  | **31** |  |
|  | **Шестой семестр** | | | | | | |
|  | **Раздел II** **Динамика мехатронных систем и роботов** |  |  |  |  |  |  |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.1**  Динамикамехатронных систем и роботов. Законы динамики. Прямая и обратная задача динамики. Силы и моменты, действующие в механизмах мехатронных систем и роботов. Принцип Даламбера для мехатронных систем и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.1**  Силовой анализ пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала.  Домашняя работа №2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная №2.1.1**  Силовой анализ плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.1.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная №2.1.2**  Силовой анализ робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.1.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.2**  Прямая задача динамики. Условие кинетостатической определимости кинематических цепей. Действие реакций в кинематических парах механизмах мехатронных систем и роботов. Определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах мехатронных систем и роботов. Теорема Жуковского. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.2**  Определение движущего момента и движущей силы на приводах пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная №2.2.1**  Определение движущего момента и движущей силы плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.2.1  Контрольная работа №3 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная №2.2.2**  Определение движущего момента и движущей силы на приводах робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.2.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.3**  Трение. Виды трения. Силы трения. Силы трения в кинематических парах. Виды изнашивания. Расчет износа. Расчет ресурса. КПД механизмов мехатронных систем и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.3**  Определение сил трения в кинематических парах пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная №2.3.1**  Определение коэффициентов трения скольжения различных тел. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.3.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная №2.3.2**  Определение сил трения в кинематических парах робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.3.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.4**  Обобщенные силы. Условия равновесия мехатронных систем и роботов в обобщенных координатах. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.4**  Условия равновесия в обобщенных координатах пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.4.1**  Условия равновесия в обобщенных координатах плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.4.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.4.2**  Условия равновесия в обобщенных координатах робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.4.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.5**  Кинетическая энергия, потенциальная энергия, работа сил, работа моментов сил мехатронных систем и роботов. Уравнения движения мехатронных систем и роботов (уравнения Лагранжа 2 рода). | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.5**  Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.5.1**  Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.5.1  Контрольная работа №4 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.5.2**  Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.5.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.6**  Обратная задача динамики. Динамическая модель механизма мехатронных систем и роботов. Приведение сил. Приведение масс. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.6**  Приведение сил, приведение масс пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.6.1**  Экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.6.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.6.2**  Приведение сил, приведение масс робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.6.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.7**  Уравнения движения механизмов мехатронных систем и роботов в дифференциальной и энергетической форме. Основные режимы их движения. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.7**  Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.7.1**  Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме привода динамической модели плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.7.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.7.2**  Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.7.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.8**  Понятие устойчивости равновесия. Малые свободные колебания мехатронных систем и роботов. Частотный критерий особых положений механизмов мехатронных систем и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.8**  Частотный анализ механизма пространственного механизма мехатронной системы. |  | 2 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.8.1**  Частотный анализ плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.8.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.8.2**  Частотный анализ робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.8.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Тема 2.9**  Кинематическая точность мехатронных систем и роботов. | 2 |  |  |  |  | Устный опрос. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Практическое занятие №2.9**  Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность пространственного механизма мехатронной системы. |  | 1 |  |  |  | Разбор теоретического материала. |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.9.1**  Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.9.1 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.9.2**  Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность робота. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.9.2 |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 | **Лабораторная работа №2.9.3**  Частотный анализ и кинематическая точность в особых положениях пространственного механизма мехатронной системы. |  |  | 2 |  |  | Разбор теоретического материала.  Защита лабораторной работы №2.9.3  Защита домашней работы №2 |
|  | **Экзамен** | х | х | х | х | 31 | экзамен по билетам |
|  | **ИТОГО за шестойсеместр** | **18** | **17** | **38** |  |  |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **36** | **53** | **38** |  | **62** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пап** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I Кинематика мехатронных систем и роботов** | | |
| **Тема 1.1** | Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены основные понятия и определения мехатроники и робототехники, основные виды мехатронных устройств и роботов. |
| **Практическое занятие №1.1.1** | Структура плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. | Изучена структура плоских механизмов мехатронных устройств и роботов, понятия звена, кинематической пары. Рассмотрена структура на конкретных примерах плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Практическое занятие №1.1.2** | Структура пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. | Изучена структура пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов, понятия звена, кинематической пары. Рассмотрена структура на конкретных примерах пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Тема 1.2** | Структура и строение мехатронных устройств и роботов. | Изучена структура механизмов мехатронных устройств и роботов, понятия звена, кинематической пары. Рассмотрено определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурная и конструктивная избыточность. |
| **Практическое занятие №1.2.1** | Определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены конкретные примеры определения подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Практическое занятие №1.2.2** | Определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены конкретные примеры определения подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Тема 1.3** | Структурный анализ, структурный синтез мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены понятия структурного анализа и синтеза мехатронных устройств и роботов. Принцип образования механизмов и роботов с помощью структурных групп. Влияние конструктивной избыточности на образования механизмов мехатронных устройств. |
| **Практическое занятие № 1.3.1** | Структурный анализ, структурный синтез плоских мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены конкретные примеры образования плоских механизмов мехатронных устройств и роботов с помощью структурных групп. Определены класс, порядок, вид структурных групп. |
| **Практическое занятие № 1.3.2** | Структурный анализ, структурный синтез плоских мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены конкретные примеры образования пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов с помощью структурных групп. Определены класс, порядок, вид структурных групп. |
| **Тема 1.4** | Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов. Прямая и обратная задача кинематики. Геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций. | Изучено понятие кинематического анализа, прямая и обратная задачи кинематики. Рассмотрен геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций. |
| **Практическое занятие № 1.4.1** | Геометрический метод кинематического анализа плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены конкретные примеры выполнения кинематического анализа плоских механизмов мехатронных устройств и роботов геометрическим методом с помощью передаточных функций. |
| **Практическое занятие № 1.4.2** | Геометрический метод кинематического анализа пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. | Рассмотрены конкретные примеры выполнения кинематического анализа пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов геометрическим методом с помощью передаточных функций. |
| **Тема 1.5** | Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов методом преобразования координат. Системы координат звеньев. Преобразование декартовых координат. Однородные координат. Преобразование однородных координат. Метод Денавита-Хартенберга. | Изучен кинематический анализ по методу преобразования координат. Рассмотрены существующие системы координат механизмов мехатронных устройств и роботов, преобразования в декартовых и в однородных координатах. Принципы формирования матриц перехода между системами координат. |
| **Практическое занятие № 1.5.1** | Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат механизма мехатронного устройства. | Рассмотрены конкретные примеры выбора базовой и локальных систем координат звеньев, создание матриц перехода между системами координат по методу преобразования координат для плоских механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Практическое занятие № 1.5.2** | Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат робота. | Рассмотрены конкретные примеры выбора базовой и локальных систем координат звеньев, создание матриц перехода между системами координат по методу преобразования координат для пространственных механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Тема 1.6** | Прямая и обратная задача о положениях мехатронных устройств и роботов. Матрица Якоби. Уравнения связей. | Изучены понятия прямой и обратной задачи о положениях, условия создания уравнений связей и формирование матрицы Якоби. |
| **Практическое занятие № 1.6.1** | Задача о положениях механизмов мехатронных устройств. | Рассмотрены конкретные примеры определения координат кинематических пар и звеньев механизмов мехатронных устройств матричным способом по методу Денавита-Хартенберга, условия создания уравнений связей и формирование матрицы Якоби. |
| **Практическое занятие № 1.6.2** | Задача о положениях роботов. | Рассмотрены конкретные примеры определения координат кинематических пар и звеньев робота матричным способом по методу Денавита-Хартенберга, условия создания уравнений связей и формирование матрицы Якоби. |
| **Тема 1.7** | Прямая и обратная задача о скоростях мехатронных устройств и роботов. Дифференцирование матриц преобразования. Определение линейных и угловых скоростей. Метод Анджелеса-Госслена. Особые положения. | Изучены понятия прямой и обратной задачи о скоростях, принципы дифференцирования матриц преобразования. Рассмотрено определение скоростей мехатронных устройств и роботов прямым дифференцированием или методом Анджелеса-Госслена. Пояснено определение особых положений у механизмов мехатронных устройств и роботов. |
| **Практическое занятие № 1.7.1** | Задача о скоростях механизмов мехатронных устройств. Определение особых положений. | Рассмотрены конкретные примеры определения линейных скоростей кинематических пар и угловых скоростей звеньев механизмов мехатронных устройств матричным способом по методу Денавита-Хартенберга, и определение кинематических характеристик из уравнений связей методом Анджелеса-Госслена. Найдены особые положения механизмов. |
| **Практическое занятие № 1.7.2** | Задача о скоростях роботов. Определение особых положений. | Рассмотрены конкретные примеры определения линейных скоростей кинематических пар и угловых скоростей звеньев робота матричным способом по методу Денавита-Хартенберга, и определение кинематических характеристик из уравнений связей методом Анджелеса-Госслена. Найдены особые положения робота. |
| **Тема 1.8** | Прямая и обратная задача об ускорениях мехатронных устройств и роботов. Определение линейных и угловых ускорений. | Изучены понятия прямой и обратной задачи об ускорениях. Рассмотрено определение ускорений мехатронных устройств и роботов прямым дифференцированием. |
| **Практическое занятие № 1.8.1** | Задача об ускорениях механизмов мехатронных устройств. | Рассмотрены конкретные примеры определения линейных ускорений кинематических пар и угловых ускорений звеньев механизмов мехатронных устройств матричным способом по методу Денавита-Хартенберга. |
| **Практическое занятие № 1.8.2** | Задача об ускорениях роботов. | Рассмотрены конкретные примеры определения линейных ускорений кинематических пар и угловых ускорений звеньев роботов матричным способом по методу Денавита-Хартенберга. |
| **Тема 1.9** | Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов методом планов положений, скоростей и ускорений. | Рассмотрен кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов методом планов положений, скоростей и ускорений. |
| **Практическое занятие № 1.9.1** | Метод планов положений, скоростей и ускорений для механизмов мехатронных устройств. | Рассмотрены конкретные примеры определения кинематических характеристик механизмов мехатронных устройств методом планов положений, скоростей и ускорений. |
| **Практическое занятие № 1.9.2** | Метод планов положений, скоростей и ускорений для роботов. | Рассмотрены конкретные примеры определения кинематических характеристик роботов методом планов положений, скоростей и ускорений. |
| **Раздел II** **Динамика мехатронных систем и роботов** | | |
| **Тема 2.1** | Динамикамехатронных систем и роботов. Законы динамики. Прямая и обратная задача динамики. Силы и моменты, действующие в механизмах мехатронных систем и роботов. Принцип Даламбера для мехатронных систем и роботов. | Изучены понятия динамикимехатронных систем и роботов, законы динамики, прямая и обратная задача динамики. Рассмотрены силы и моменты, действующие в механизмах мехатронных систем и роботов. Изучен принцип Даламбера для мехатронных систем и роботов, позволяющий составлять уравнения кинетостатики. |
| **Практическое занятие №2.1** | Силовой анализ пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрены конкретный пример определения реакций в кинематических парах пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная №2.1.1** | Силовой анализ плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). | Рассмотрены конкретный пример определения реакций в кинематических парах плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная №2.1.2** | Силовой анализ робота. | Рассмотрены конкретный пример определения реакций в кинематических парах робота. |
| **Тема 2.2** | Прямая задача динамики. Условие кинетостатической определимости кинематических цепей. Действие реакций в кинематических парах механизмах мехатронных систем и роботов. Определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах мехатронных систем и роботов. Теорема Жуковского. | Рассмотрено условие кинетостатической определимости кинематических цепей и действие реакций в кинематических парах механизмах мехатронных систем и роботов. Изучен порядок силового анализа и определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах мехатронных систем и роботов. Рассмотрен способ определение движущего момента и движущей силы по теореме Жуковского. |
| **Практическое занятие №2.2** | Определение движущего момента и движущей силы на приводах пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрены конкретный пример определения движущих моментов на приводах по теореме Жуковского пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная №2.2.1** | Определение движущего момента и движущей силы плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). | Рассмотрены конкретный пример определения движущих моментов на приводах по теореме Жуковского плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная №2.2.2** | Определение движущего момента и движущей силы на приводах робота. | Рассмотрены конкретный пример определения движущих моментов на приводах по теореме Жуковского робота. |
| **Тема 2.3** | Трение. Виды трения. Силы трения. Силы трения в кинематических парах. Виды изнашивания. Расчет износа. Расчет ресурса. КПД механизмов мехатронных систем и роботов. | Изучены понятия трения, виды трения, силы трения, силы трения в кинематических парах, виды изнашивания. Приведен порядок расчёта износа, ресурса и кпд механизмов мехатронных систем и роботов. |
| **Практическое занятие №2.3** | Определение сил трения в кинематических парах пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрен конкретный пример определения сил трения в кинематических парах и их влияние на движение пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная №2.3.1** | Определение коэффициентов трения скольжения различных тел. | Рассмотрен экспериментальный метод определения коэффициентов трения скольжения различных тел. |
| **Лабораторная №2.3.2** | Определение сил трения в кинематических парах робота. | Рассмотрен конкретный пример определения сил трения в кинематических парах и их влияние на движение робота. |
| **Тема 2.4** | Обобщенные силы. Условия равновесия мехатронных систем и роботов в обобщенных координатах. | Изучено понятие обобщенной силы и условия равновесия мехатронных систем и роботов в обобщенных координатах. |
| **Практическое занятие №2.4** | Условия равновесия в обобщенных координатах пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрен конкретный пример составления условий равновесия в обобщенных координатах пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная работа №2.4.1** | Условия равновесия в обобщенных координатах плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). | Рассмотрен конкретный пример составления условий равновесия в обобщенных координатах механизма плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная работа №2.4.2** | Условия равновесия в обобщенных координатах робота. | Рассмотрен конкретный пример составления условий равновесия в обобщенных координатах робота. |
| **Тема 2.5** | Кинетическая энергия, потенциальная энергия, работа сил, работа моментов сил мехатронных систем и роботов. Уравнения движения мехатронных систем и роботов (уравнения Лагранжа 2 рода). | Изучено понятие кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил мехатронных систем и роботов и представлены уравнения движения мехатронных систем и роботов (уравнения Лагранжа 2 рода). |
| **Практическое занятие №2.5** | Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения механизма мехатронной системы. | Рассмотрено определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная работа №2.5.1** | Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). | Рассмотрено определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная работа №2.5.2** | Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения робота. | Рассмотрено определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения робота. |
| **Тема 2.6** | Обратная задача динамики. Динамическая модель механизма мехатронных систем и роботов. Приведение сил. Приведение масс. | Изучено понятие динамической модели механизма мехатронных систем и роботов и порядок приведения сил и приведения масс к динамической модели. |
| **Практическое занятие №2.6** | Приведение сил, приведение масс механизма мехатронной системы. | Рассмотрен конкретный пример приведения сил, приведение масс пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная работа №2.6.1** | Экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза. | Изучено экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза. |
| **Лабораторная работа №2.6.2** | Приведение сил, приведение масс робота. | Рассмотрен конкретный пример приведения сил, приведение масс робота. |
| **Тема 2.7** | Уравнения движения механизмов мехатронных систем и роботов в дифференциальной и энергетической форме. Основные режимы их движения. | Рассмотрены общие уравнения движения механизмов мехатронных систем и роботов в дифференциальной и энергетической форме. Изучены основные режимы движения. |
| **Практическое занятие №2.7** | Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрено определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная работа №2.7.1** | Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме привода динамической модели плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). | Рассмотрено определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная работа №2.7.2** | Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей робота. | Рассмотрено определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей робота. |
| **Тема 2.8** | Понятие устойчивости равновесия. Малые свободные колебания мехатронных систем и роботов. Частотный критерий особых положений механизмов мехатронных систем и роботов. | Изучено понятие устойчивости равновесия. Порядок расчета малых свободных колебаний мехатронных систем и роботов и частотный критерий особых положений механизмов мехатронных систем и роботов. |
| **Практическое занятие №2.8** | Частотный анализ пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрен частотный анализ пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная работа №2.8.1** | Частотный анализ плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). | Рассмотрен частотный анализ плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная работа №2.8.2** | Частотный анализ робота. | Рассмотрен частотный анализ робота. |
| **Тема 2.9** | Кинематическая точность мехатронных систем и роботов. | Изучен порядок оценки кинематической  точности мехатронных систем и роботов. |
| **Практическое занятие №2.9** | Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность механизма мехатронной системы. | Проведен расчёт погрешности обобщенных координат и кинематическую точность пространственного механизма мехатронной системы. |
| **Лабораторная работа №2.9.1** | Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность кривошипно-ползунного механизма. | Проведен расчёт погрешности обобщенных координат и кинематическую точность плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм). |
| **Лабораторная работа №2.9.2** | Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность робота. | Проведен расчёт погрешности обобщенных координат и кинематическую точность робота. |
| **Лабораторная работа №2.9.3** | Частотный анализ и кинематическая точность в особых положениях пространственного механизма мехатронной системы. | Рассмотрен частотный анализ и кинематическая точность пространственного механизма мехатронной системы. |

## Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию*.* Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

подготовку к лекциям и лабораторным занятиям, экзамену;

изучение специальной литературы;

изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и лабораторные занятия самостоятельно;

выполнение практических заданий;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

проведение индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед экзаменом,

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела /темы *дисциплины/модуля,* выносимые на самостоятельное изучение** | **Задания для самостоятельной работы** | **Виды и формы контрольных мероприятий**  **(учитываются при проведении текущего контроля)** | **Трудоемкость, час** |
| **1.** | Кинематика механизма мехатронной системы или робота в ангулярной системе координат. | Самостоятельно проработать Презентацию и написать краткое сопровождение к Слайдам | Краткий текст-сопровождение к Презентации | 2 |
| **2** | Кинематика механизма мехатронной системы или робота в полярной системе координат. | Самостоятельно проработать Презентацию и написать краткое сопровождение к Слайдам | Краткий текст-сопровождение к Презентации | 2 |

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Реализация программы учебной дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий регламентируется действующими локальными актами университета.

Применяются следующий вариант реализации программы с использованием ЭО и ДОТ

В электронную образовательную среду, по необходимости, могут быть перенесены отдельные виды учебной деятельности:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **использование**  **ЭО и ДОТ** | **использование ЭО и ДОТ** | **объем, час** | **включение в учебный процесс** |
| смешанное обучение | лекции | 36 | в соответствии с расписанием учебных занятий |
| лабораторные занятия | 53 |
| практические занятия | 38 |

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенций.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов**  **в 100-балльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности** |
| **общепрофессиональных компетенций** |
| ОПК-11  ИД-ОПК-11.1  ИД-ОПК-11.4  ОПК-12  ИД-ОПК-12.1  ИД-ОПК-12.2 |
| высокий | 85-100 | отлично/  зачтено (отлично)/  зачтено | Обучающийся:  -исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения  - показывает основные научно-технические источники для расчетов по кинематике и динамике механизмов мехатронных систем или роботов;  - использует современные основные научно- технические источники расчетов по кинематике и динамике механизмов мехатронных систем или роботов;  -свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе;  - дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные*.* |
| повышенный | 65-84 | хорошо/  зачтено (хорошо)/  зачтено | Обучающийся:  - достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия и законы по кинематике и динамике механизмов мехатронных систем или роботов;   * допускает единичные негрубые ошибки; * достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;   - ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей. |
| базовый | 41-64 | удовлетворительно/  зачтено (удовлетворительно)/  зачтено | Обучающийся:  -демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;  - с неточностями излагает основные положения по кинематике и динамике механизмов мехатронных систем или роботов,   * демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;   - ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. |
| низкий | 0-40 | неудовлетворительно/  не зачтено | Обучающийся:   * демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; * испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;   - ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. |

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

* + - 1. При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Основы теоретической механики» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий** |
| --- | --- | --- |
| 1. | **Устный опрос**  **Тема 1.1**  Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов. | * + - * 1. Что такое мехатроника и робототехника?         2. Какая существует классификация мехатронных устройств?         3. Какая существует классификация роботов? |
| 2. | **Устный опрос**  **Тема 2.2**  Прямая задача динамики. Условие кинетостатической определимости кинематических цепей. Действие реакций в кинематических парах механизмах мехатронных систем и роботов. Определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах мехатронных систем и роботов. Теорема Жуковского. | 1.В чём заключается прямая задача динамики?  2. Какое существует условие кинетостатической определимости кинемтических цепей?  3. Как действуют реакции в кинематических парах?  4. Как проводится силовой анализ в механизма?  5. Как можно рассчитать движущую силу и движущий момент по теореме Жуковского? |
| 3. | **Лабораторная работа №2.6.1**  Экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза. | 1. Что такое приведенный момент инерции?  2. От каких параметров зависит приведенный момент инерции?  3. Как проводится экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза? |
| 4. | **Лабораторная работа №2.6.2**  Приведение сил, приведение масс робота. | 1.Что такое динамическая модель?  2. Как проводится приведение сил робота?  3. Как проводится приведение масс робота? |
| 5. | Контрольная работа №1 | Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок. |
| 6. | Контрольная работа №1 | Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок. |
| 7. | Контрольная работа №2 | Угловая скорость кривошипа ω1=40 с-1, ОА=0,05 м, АВ=0,1 м. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат. |
| 8. | Контрольная работа №2 | Угловая скорость кривошипа ω1=40 с-1, ОА=0,05 м, АВ=0,1 м, ВС=0,7 м. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат. |
| 9. | Контрольная работа №3 | Угловая скорость кривошипа ω1=40 с-1, ОА=0,05 м, АВ=0,1 м. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах. |
| 10. | Контрольная работа №3 | Угловая скорость кривошипа ω1=40 с-1, ОА=0,05 м, АВ=0,1 м, ВС=0,7 м. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах. |
| 11. | Контрольная работа №4 | Определить кинетическую, потенциальную энергию системы, суммарную работу сил и моментов сил. |
| 12. | Контрольная работа №4 | Определить кинетическую, потенциальную энергию системы, суммарную работу сил и моментов сил. |
| 13. | Домашняя работа №1 | |  |  | | --- | --- | | **Наименование** | **Размеры, м** | | А1В1 | 0,1 | | А2В2 | 0,1 | | А3В3 | 0,1 | | В1С1 | 0,2 | | В2С2 | 0,2 | | В3С3 | 0,2 | | С1С2 | 0,2 | | С2С3 | 0,2 | | С1С3 | 0,2 | | а | 0,2 | | b | 0,2 | | c | 0,25 | | d | 0,4 | | e | 0,1 |   1) Описать звенья, кинематические пары и определить подвижность и степень подвижности механизма.  2) Провести структурный анализ. Выделить структурные группы и первичные механизмы, указать их вид, класс и порядок.  3) Решить задачу о положениях. Получить взаимосвязь обобщенных координат q1, q2, q3 входных звеньев и координат выходного звена х, у, φ в точке С0. Определить координаты всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при q1=45°, q2=0,05 м, q3=45°, значения координат всех точек и звеньев.  4) Решить задачу о скоростях. Получить взаимосвязь обобщенных скоростей , , входных звеньев и скоростей выходного звена , , в точке С0. Определить скорости всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при q1=45°, q2=0,05 м, q3=45°, значения скоростей всех точек и звеньев.  5) Решить задачу об ускорениях. Получить взаимосвязь обобщенных ускорений ,, входных звеньев и ускорений выходного звена , , в точке С0. Определить ускорения всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при q1=45°, q2=0,05 м, q3=45°, значения ускорений всех точек и звеньев.  6) Определить особые положения механизма. Определить координаты, скорости и ускорения всех точек и звеньев механизма. |
| 14. | Домашняя работа №2 | |  |  | | --- | --- | | **Наименование** | **Размеры, м** | | А1В1 | 0,1 | | А2В2 | 0,1 | | А3В3 | 0,1 | | В1С1 | 0,2 | | В2С2 | 0,2 | | В3С3 | 0,2 | | С1С2 | 0,2 | | С2С3 | 0,2 | | С1С3 | 0,2 | | а | 0,2 | | b | 0,2 | | c | 0,25 | | d | 0,4 | | e | 0,1 |   1) Провести динамический анализ механизма. Получить расчетные формулы для определения реакций во всех кинематических парах и уравновешивающих сил или моментов на входных звеньях. Найти при q1=45°, q2=0,05 м, q3=45°, значения реакций во всех кинематических парах и уравновешивающих сил или моментов на входных звеньях.  2) Провести частотный анализ собственной частоты колебаний механизма. Найти при q1=45°, q2=0,05 м, q3=45°, значения частот всех точек и звеньев.  3) Провести частотный анализ собственной частоты колебаний в особых положениях механизма. Найти в этих положениях значения частот всех точек и звеньев. |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 15. | Самостоятельная работа  Домашнее задание (Презентация по теме «Кинематика механизма мехатронной системы или робота в ангулярной системе координат») | ***Пример задания***  1.Что такое ангулярная система координат?  2.Какими параметрами характеризуется ангулярная система координат?  3.Для каких механизмов мехатронных систем и роботов используют ангулярную систему координат? |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Устный опрос | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает |  | 5 |
| Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в |  | 4 |
| Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Обучающийся способен конкретизировать обобщенные знания только с помощью преподавателя. Обучающийся обладает фрагментарными знаниями по теме коллоквиума, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала. |  | 3 |
| Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы. |  | 2 |
| Домашняя работа | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. |  | 5 |
| Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. |  | 4 |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. |  | 3 |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. Работа не выполнена. |  | 2 |
| Контрольная работа | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); |  | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них; |  | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; |  | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. |  | 2 |
| Защита лабораторной работы  (письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-практических заданий) | Работа выполнена полностью, отчет представлен грамотно оформленным по предъявляемым требованиям. Нет ошибок в логических рассуждениях, сформулированы выводы по исследуемым зависимостям. Возможно наличие одной неточности или описки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденной темы и применение ее на практике. |  | 5 |
| Работа выполнена полностью, отчет представлен оформленным по предъявляемым требованиям, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. |  | 4 |
| Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов |  | 3 |
| Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. Работа не выполнена |  | 2 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| Экзамен:  в письменной форме по билетам, включающим 3 вопроса | Билет №1  1. Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов.  2. Динамикамехатронных систем и роботов. Законы динамики. Прямая и обратная задача динамики. Силы и моменты, действующие в механизмах мехатронных систем и роботов. Принцип Даламбера для мехатронных систем и роботов.  3 . Задание  Угловая скорость кривошипа ω1=40 с-1, ОА=0,05 м, АВ=0,1 м. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат.  Билет №2  1. Структура и строение мехатронных устройств и роботов.  2. Обобщенные силы. Условия равновесия мехатронных систем и роботов в обобщенных координатах.  3. Задание  Угловая скорость кривошипа ω1=40 с-1, ОА=0,05 м, АВ=0,1 м, ВС=0,7 м. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах. |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Экзамен | Обучающийся:   * демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; * свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию; * способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета; * логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; * свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.   Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. |  | 5 |
| Обучающийся:   * показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; * недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; * недостаточно логично построено изложение вопроса; * успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой, * демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.   В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. |  | 4 |
| Обучающийся:   * показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; * не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые; * справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы.   Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. |  | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.  На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. |  | 2 |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Текущий контроль: |  |  |
| - Устный опрос |  | 2 – 5 |
| - Домашняя работа |  | 2 – 5 |
| - Контрольная работа |  | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы  письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-практических заданий |  | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация  (экзамен) |  | отлично  хорошо  удовлетворительно  неудовлетворительно |
| **Итого за семестр**экзамен |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
    - проблемная лекция;
    - проектная деятельность;
    - групповые дискуссии;
    - преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований
    - поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
    - дистанционные образовательные технологии;
    - использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.
      2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
      3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
      4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
      5. Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
      6. Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.
      7. Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ *ДИСЦИПЛИНЫ* Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины соответствует требованиями ФГОС ВО.

* + - 1. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| 119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1, стр.3 | |
| Аудитория №1105 - учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска маркерная. Специализированное оборудование: пресс, колер, кран балки, конвейер, кран штабелер, путь монорельсовый, редукторы, набор резьб, макеты передач, установки для лабораторных работ, ленточный транспортер, токарный станок. |
| Аудитория №1107 - учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, доска меловая. Специализированное оборудование: поляризационно-оптическая установка, установка для исследования напряженного состояния тонкостенной трубы при кручении, машина на кручение, разрывная машина, редуктор, копер, установка для исследования напряжений и деформации в статически неопределимой прямоугольной раме. |
| Аудитория №1110 - учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска меловая. Специализированное оборудование: разрывная машина, коперы, машина на кручение, вибростенд, универсальные испытательные машины, установки для исследований, универсальная установка. |
| Аудитория №1714 - учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. (119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1) | Комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска меловая.  Специализированное оборудование: демонстрационные модели и макеты;балансировочные станки;лабораторная установка для нарезания зубчатых колес;  демонстрационные модели механизмов; лабораторная установка кривошипно-ползунного механизма, осциллограф, измерительный блок; лабораторная установка для определения коэффициента трения скольжения. |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| * (119071, г. Москва, ул. Малая Калужская, д.1, стр.3) | |
| читальный зал библиотеки | * компьютерная техника; подключение к сети «Интернет» |
| Аудитория №1154 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ | * Шкафы и стеллажи для книг и выставок, комплект учебной мебели, 1 рабочее место сотрудника и 3 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации. |
| Аудитория №1155 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно- исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ. | * Каталоги, комплект учебной мебели, трибуна, 2 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации. |
| Аудитория №1156 - читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной работы, в том числе, научно- исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ. | * Стеллажи для книг, комплект учебной мебели, 1 рабочее место сотрудника и 8 рабочих места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации. |

* + - 1. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Необходимое оборудование** | **Параметры** | **Технические требования** |
| Персональный компьютер/ ноутбук/планшет,  камера,  микрофон,  динамики,  доступ в сеть Интернет | Веб-браузер | Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс. Браузер 19.3 |
| Операционная система | Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux |
| Веб-камера | 640х480, 15 кадров/с |
| Микрофон | любой |
| Динамики (колонки или наушники) | любые |
| Сеть (интернет) | Постоянная скорость не менее 192 кБит/с |

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

# 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год**  **издания** | **Адрес сайта ЭБС**  **или электронного ресурса *(заполняется для изданий в электронном виде)*** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | | |
| 1. | Подураев Ю.В. | | Мехатроника: основы, методы, применение | Учебник | М.: Машиностроение | 2007 |  |  |
| 2. | Егоров О.Д. | | Конструирование механизмов роботов | Учебник | М.: Высшая школа | 2012 |  |  |
| 3. | Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. | | Основы управления манипуляционными роботами | Учебник | М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана | 2004 |  |  |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | | |
| 1. | Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. | Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. | | Учебное пособие | М.: Высшая школа | 1986 |  |  |
| 2. | Егоров О.Д. | Прикладная механика мехатронных устройств | | Учебное пособие | М.: ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин» | 2013 |  |  |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) | | | | | | | | |
| 1. | Хейло С.В., Степнов Н.В. | Основы мехатроники и робототехники | | Учебное пособие | М.: РГУ им. А.Н. Косыгина | 2021 |  |  |

**11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

* + - 1. *Информация об используемых ресурсах составляется в соответствии с Приложением 3 к ОПОП ВО.*

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | *ЭБС «Лань»* [*http://www.e.lanbook.com/*](http://www.e.lanbook.com/) |
|  | *«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»*  [*http://znanium.com/*](http://znanium.com/) |
|  | *Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com»* [*http://znanium.com/*](http://znanium.com/) |

11.2. Перечень программного обеспечения

* + - 1. *Перечень используемого программного обеспечения с реквизитами подтверждающих документов составляется в соответствии с Приложением № 2 к ОПОП ВО.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое** |
|  | *Windows 10 Pro, MS Office 2019* | *контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019* |
|  | *PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone* | *контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019* |
|  | *V-Ray для 3Ds Max* | *контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019* |

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ**

В рабочую программу учебной дисциплины/модуля внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пп** | **год обновления РПД** | **характер изменений/обновлений**  **с указанием раздела** | **номер протокола и дата заседания**  **кафедры** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |