

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.09.2023 12:01:07
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9abb2479

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	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы	
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 №9 от 07.03.2023 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.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Основы кинематики и динамики мехатронных систем» изучается в четвертом и пятом семестре.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а).

1.1. Форма промежуточной аттестации:

четвертый семестр - экзамен

пятый семестр - экзамен

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

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.

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.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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.

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.

2.1. 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
<p>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</p>	<p>ИД-ОПК-11.4 Проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств.</p>	<p>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</p>
<p>ОПК-12 Осуществление участия в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>ИД-ОПК-12.1 Владение основами кинематики и динамики мехатронных систем для реализации мехатронных систем управления.</p>	<p>и объяснить результаты расчетов по кинематике и динамике мехатронных систем; - использовать в расчётах отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем, известные методы исследований.</p>
<p>ПК-2 Способен к проведению конструкторских и расчетных работ по проектированию робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства</p>	<p>ИД-ПК-2.1 Использование методик расчета основных характеристик элементов робототехнических систем</p>	<p>ПРИМЕНЯЕТ: - методы расчетов по кинематике и динамике мехатронных систем в решении основных задач деятельности.</p>

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	8	з.е.	288	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. 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	<i>курсовая работа/ курсовой проект</i>	самостоятельная работа обучающегося, час	промежуточная аттестация, час
4 семестр	экзамен	144	16	34				58	36
5 семестр	экзамен	144	16	18	34			40	36
Всего:		288	32	52	34			98	72

3.2. 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		
Четвертый 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	Тема 1.2 Структура и строение мехатронных устройств и роботов.	2					Устный опрос.

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		
ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2							
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	Тема 1.3 Структурный анализ, структурный синтез мехатронных устройств и роботов.	2					Устный опрос.

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		
ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2							
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	Тема 1.4 Кинематический анализ механизмов мехатронных	2					Устный опрос.

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		
ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	устройств и роботов. Прямая и обратная задача кинематики. Геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций.						
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	Тема 1.5	2					Устный опрос.

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		
ИД-ОПК-11.1 ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и роботов методом преобразования координат. Системы координат звеньев. Преобразование декартовых координат. Однородные координат. Преобразование однородных координат. Метод Денавита-Хартенберга.						
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	Практическое занятие № 1.5.2 Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат робота.		2				Разбор теоретического материала.

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		
ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2							
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	Практическое занятие № 1.6.2 Задача о положениях роботов.		2				Разбор теоретического материала.

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		
ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2							
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	Практическое занятие № 1.7.2 Задача о скоростях роботов. Определение особых		2				Разбор теоретического материала.

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		
ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	положений.						
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	Практическое занятие № 1.8.2		2				Разбор теоретического материала.

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		
ИД-ОПК-11.1 ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	Задача об ускорениях роботов.						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.

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		
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	x	x	x	x	58	экзамен по билетам
	ИТОГО за четвертый семестр	16	34			58	
Пятый 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 Динамика мехатронных 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.

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		
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	Лабораторная №2.1.2 Силовой анализ работа.			2			Разбор теоретического материала. Защита лабораторной работы №2.1.2

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		
ИД-ОПК-12.2							
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 определенности 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	Лабораторная №2.2.1 Определение движущего момента и движущей			2			Разбор теоретического материала. Защита лабораторной работы

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		
ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	силы плоского механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм).						№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	Практическое занятие №2.3		2				Разбор теоретического материала.

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		
ИД-ОПК-11.1 ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	Определение сил трения в кинематических парах пространственного механизма мехатронной системы.						
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

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		
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	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

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		
ИД-ОПК-12.2							
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 работа.			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	Практическое занятие №2.5 Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы		2				Разбор теоретического материала.

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		
ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	моментов сил и уравнений движения пространственного механизма мехатронной системы.						
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	Тема 2.6 Обратная задача динамики. Динамическая модель	2					Устный опрос.

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		
ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	механизма мехатронных систем и роботов. Приведение сил. Приведение масс.						
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	Лабораторная работа №2.6.2			2			Разбор теоретического материала.

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		
ИД-ОПК-11.1 ИД-ОПК-11.4 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	Приведение сил, приведение масс работа.						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.

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		
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	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.

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		
ИД-ОПК-12.2							
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	Лабораторная работа №2.8.2 Частотный анализ робота.			2			Разбор теоретического материала. Защита лабораторной работы №2.8.2

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		
ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2							
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	Лабораторная работа №2.9.1 Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность плоского			2			Разбор теоретического материала. Защита лабораторной работы №2.9.1

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		
ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ИД-ОПК-12.2	механизма мехатронной системы (кривошипно-ползунный механизм).						
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	x	x	x	x	40	экзамен по билетам
	ИТОГО за пятый семестр	16	18	34		40	

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		
	ИТОГО за весь период	32	52	34		98	

3.3. 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	Динамика мехатронных 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 динамики мехатронных 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	Рассмотрены конкретный пример определения реакций в кинематических

	мехатронной системы.	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 определенности 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 определенности 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 определения 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	Определение коэффициентов	Рассмотрен экспериментальный метод

№2.3.1	трения скольжения различных тел.	определения коэффициентов трения скольжения различных тел.
Лабораторная работа №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	Рассмотрено определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения робота.

	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	Изучено понятие устойчивости равновесия. Порядок расчета малых свободных колебаний мехатронных систем и роботов и частотный критерий

	особых положений механизмов мехатронных систем и роботов.	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.

3.4. 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

3.5. 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	

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

4.1. 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	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 серьезные 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.

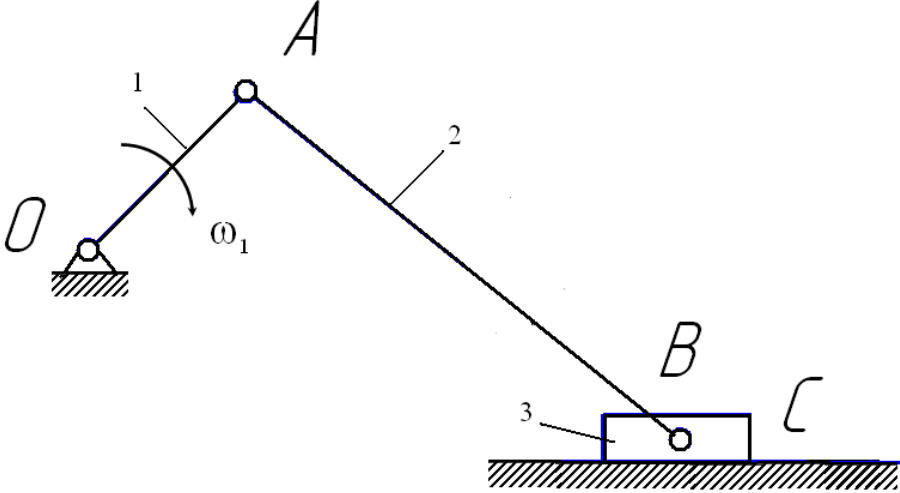
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

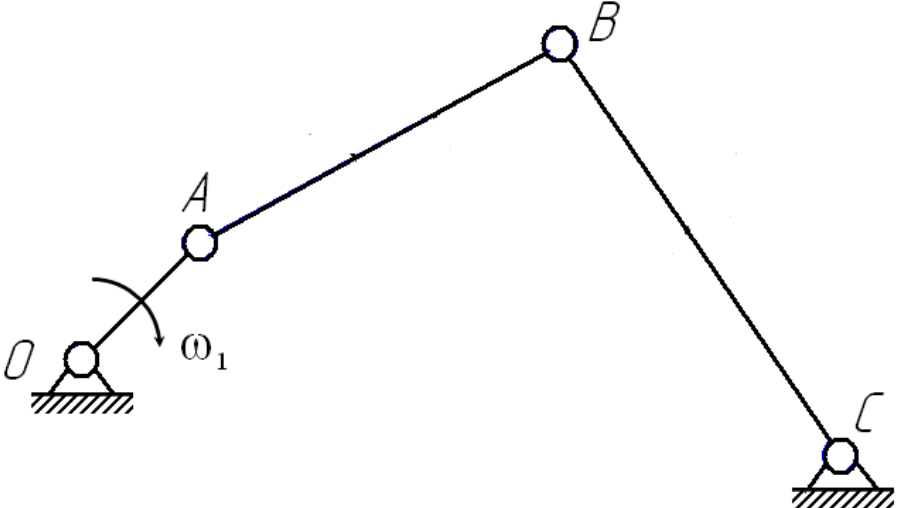
При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Основы теоретической механики» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей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

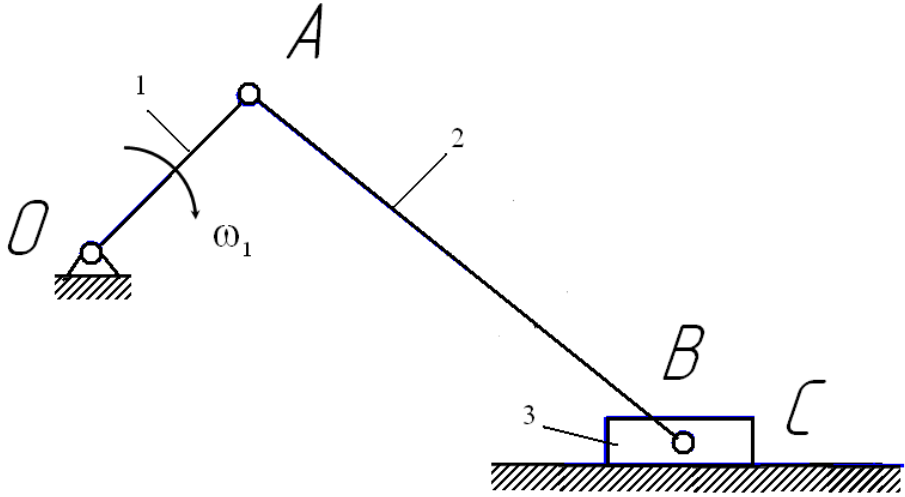
5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

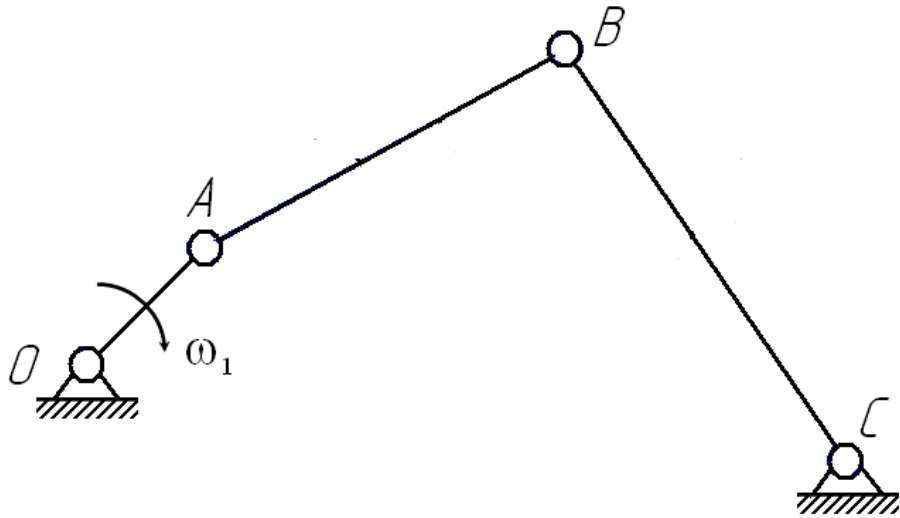
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1.	Устный опрос Тема 1.1	1. Что такое мехатроника и робототехника? 2. Какая существует классификация мехатронных устройств?

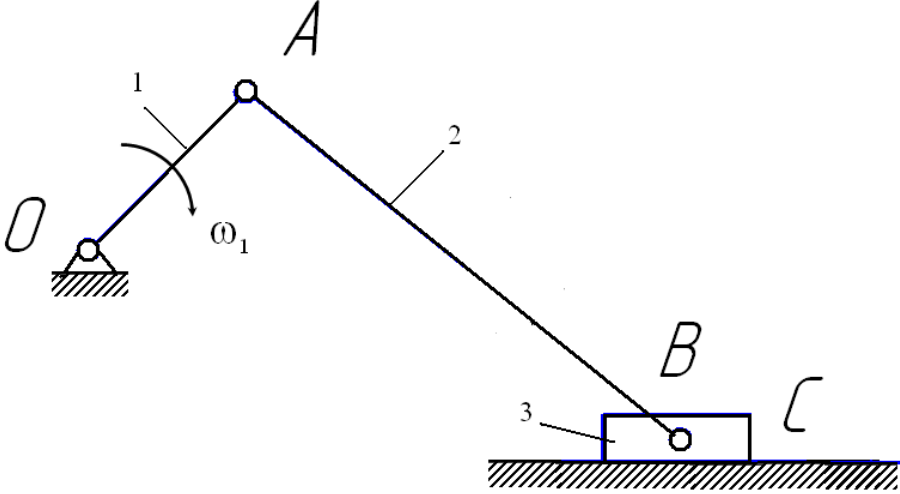
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
	Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов.	3. Какая существует классификация роботов?
2.	<p style="text-align: center;">Устный опрос</p> <p>Тема 2.2 Прямая задача динамики. Условие кинетостатической 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.</p>	<p>1. В чём заключается прямая задача динамики?</p> <p>2. Какое существует условие кинетостатической определимости кинематических цепей?</p> <p>3. Как действуют реакции в кинематических парах?</p> <p>4. Как проводится силовой анализ в механизмах?</p> <p>5. Как можно рассчитать движущую силу и движущий момент по теореме Жуковского?</p>
3.	<p>Лабораторная работа №2.6.1 Экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза.</p>	<p>1. Что такое приведенный момент инерции?</p> <p>2. От каких параметров зависит приведенный момент инерции?</p> <p>3. Как проводится экспериментальное определение приведенных моментов инерции кривошипно-ползунного механизма методом падающего груза?</p>
4.	<p>Лабораторная работа №2.6.2 Приведение сил, приведение масс робота.</p>	<p>1. Что такое динамическая модель?</p> <p>2. Как проводится приведение сил робота?</p> <p>3. Как проводится приведение масс робота?</p>

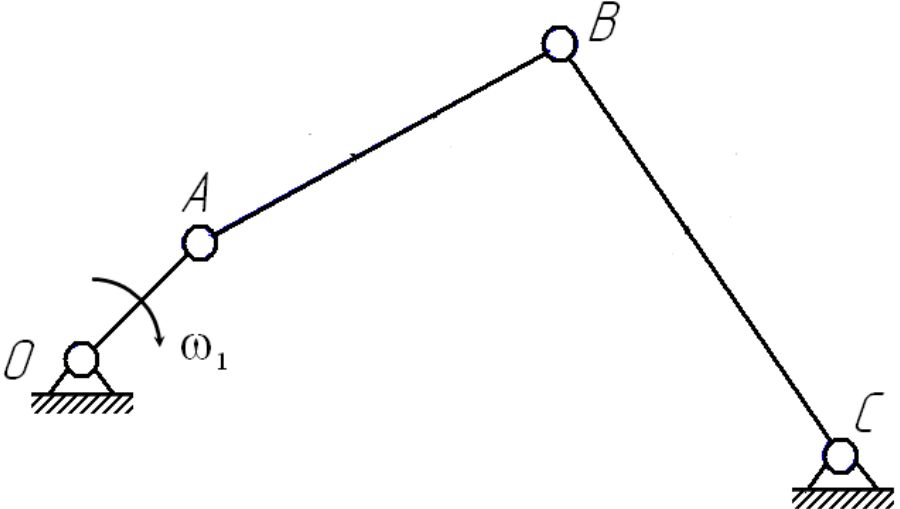
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
5.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="936 742 1948 805">Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок.</p>

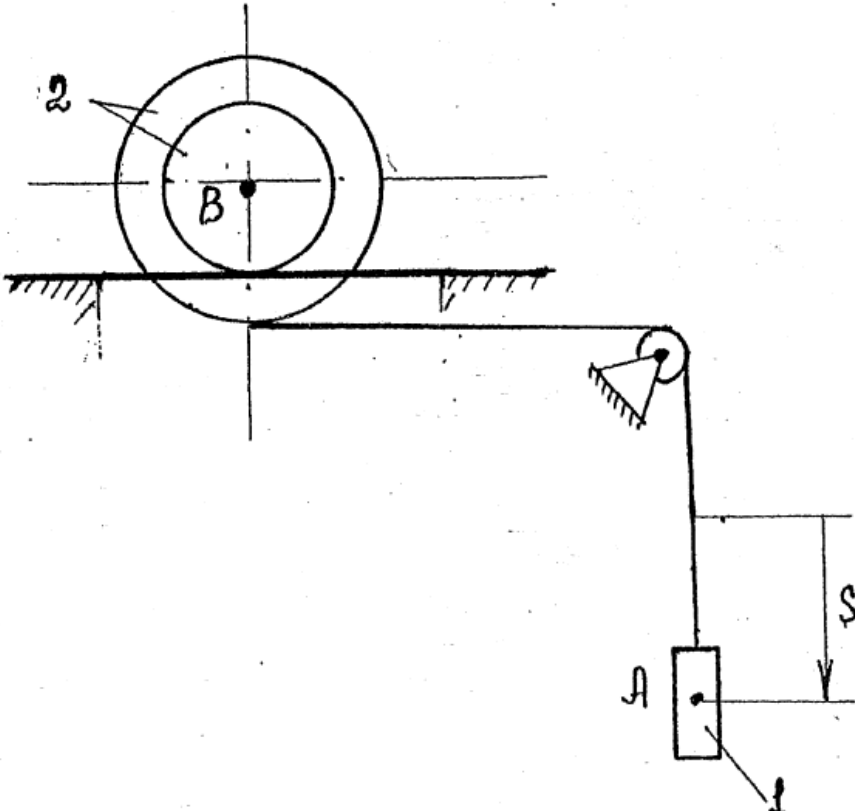
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
6.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="936 778 1953 839">Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок.</p>

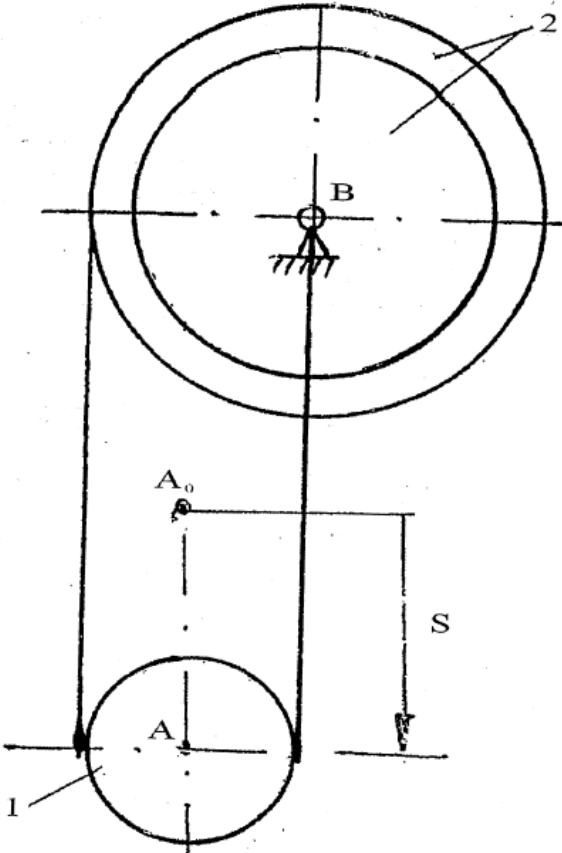
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
7.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="1032 742 2051 863">Угловая скорость кривошипа $\omega_1 = 40 \text{ с}^{-1}$, $OA = 0,05 \text{ м}$, $AB = 0,1 \text{ м}$. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат.</p>

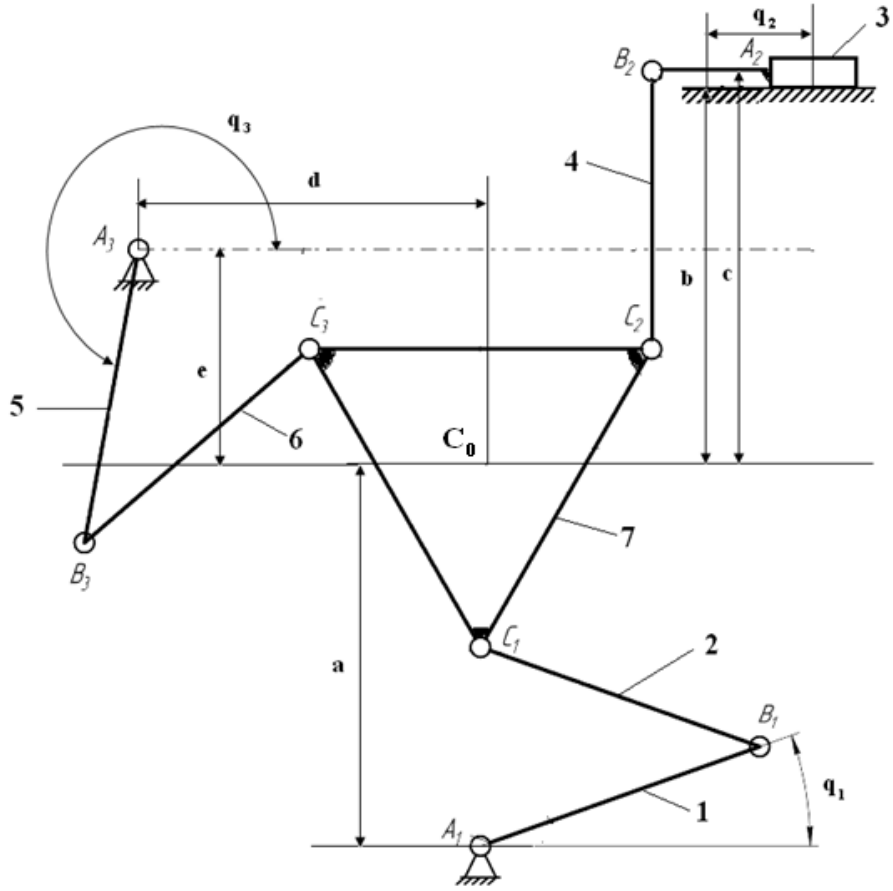
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
8.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="1030 774 2049 885">Угловая скорость кривошипа $\omega_1=40$ с⁻¹, $OA=0,05$ м, $AB=0,1$ м, $BC=0,7$ м. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
9.	Контрольная работа №3	 <p data-bbox="936 742 1960 869">Угловая скорость кривошипа $\omega_1=40 \text{ с}^{-1}$, $OA=0,05 \text{ м}$, $AB=0,1 \text{ м}$. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
10.	Контрольная работа №3	 <p data-bbox="936 778 2065 906">Угловая скорость кривошипа $\omega_1 = 40 \text{ с}^{-1}$, $OA = 0,05 \text{ м}$, $AB = 0,1 \text{ м}$, $BC = 0,7 \text{ м}$. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах.</p>

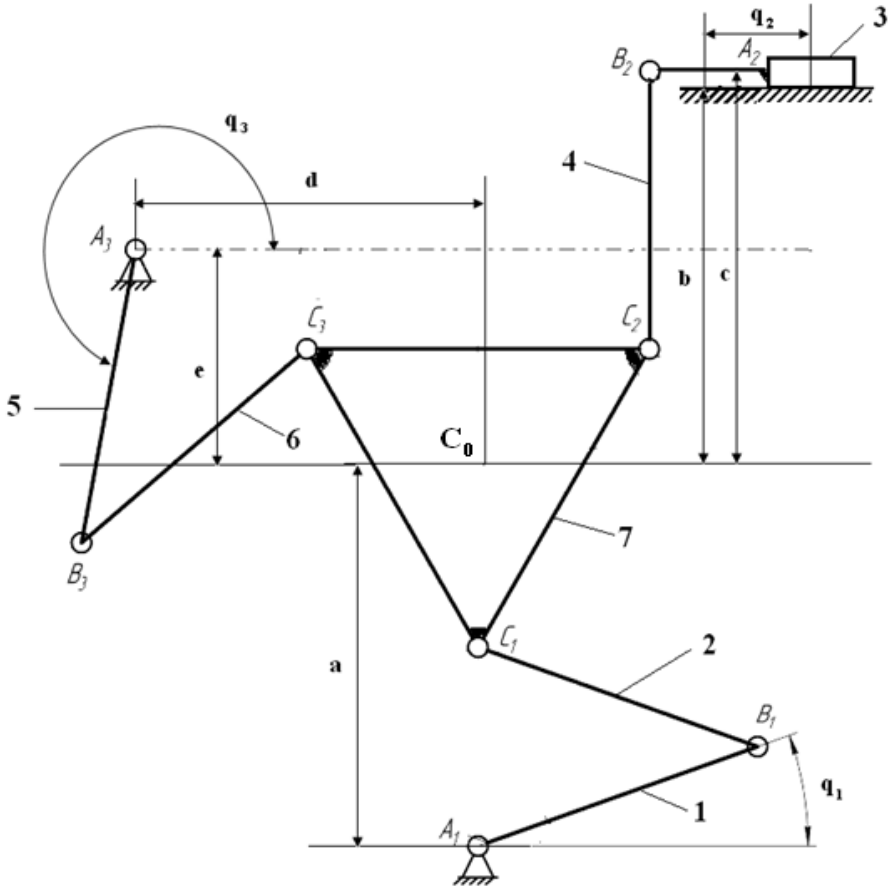
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
11.	Контрольная работа №4	 <p data-bbox="936 1077 1926 1204">Дано $m_1, m_2, r_2, R_2, i_2, \delta, T_0=0$. Определить кинетическую, потенциальную энергию системы, суммарную работу сил и моментов сил.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
12.	Контрольная работа №4	 <p>The diagram shows a mechanical system. At the top, there are two concentric circles representing wheels. The center of the larger wheel is labeled 'B' and is supported by a fixed pivot point. The larger wheel has radius R_2 and the smaller wheel has radius r_2. A rope is wound around the smaller wheel, passes over a fixed pulley at point A_0, and then goes down to a larger pulley at point 'A'. The pulley at 'A' has radius r_1. A second rope is attached to the center of the pulley at 'A' and goes down to a horizontal surface. The distance from the center of the pulley at 'A' to the surface is labeled 'S'. The pulley at 'A' is labeled '1' and the larger wheel at 'B' is labeled '2'.</p> <p>Дано $m_1, m_2, r_2, R_2, r_2, i_2, T_0=0$.</p> <p>Определить кинетическую, потенциальную энергию системы, суммарную работу сил и моментов сил.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий										
13.	Домашняя работа №1	 <p>The diagram shows a mechanism with three links (1, 2, 3) and three revolute joints (C1, C2, C3). Link 1 is a crank of length 0.1 m pivoted at A1. Link 2 is a connecting rod of length 0.2 m pivoted at C1 and B1. Link 3 is a slider of length 0.1 m pivoted at B2 and A2, moving horizontally. Link 5 is a vertical link of length 0.1 m pivoted at A3 and B3. Link 6 is a horizontal link of length 0.2 m pivoted at C3 and C2. Link 7 is a vertical link of length 0.2 m pivoted at C2 and C1. Link 4 is a vertical link of length 0.1 m pivoted at B2 and C0. Dimensions a, b, c, d, e are indicated. Angles q1, q2, q3 are shown.</p> <table border="1" data-bbox="1077 1173 1928 1350"> <thead> <tr> <th>Наименование</th> <th>Размеры, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A₁B₁</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>A₂B₂</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>A₃B₃</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>B₁C₁</td> <td>0,2</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование	Размеры, м	A ₁ B ₁	0,1	A ₂ B ₂	0,1	A ₃ B ₃	0,1	B ₁ C ₁	0,2
Наименование	Размеры, м											
A ₁ B ₁	0,1											
A ₂ B ₂	0,1											
A ₃ B ₃	0,1											
B ₁ C ₁	0,2											

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	
		В ₂ С ₂	0,2
		В ₃ С ₃	0,2
		С ₁ С ₂	0,2
		С ₂ С ₃	0,2
		С ₁ С ₃	0,2
		а	0,2
		b	0,2
		с	0,25
		d	0,4
		e	0,1
		<p>1) Описать звенья, кинематические пары и определить подвижность и степень подвижности механизма.</p> <p>2) Провести структурный анализ. Выделить структурные группы и первичные механизмы, указать их вид, класс и порядок.</p> <p>3) Решить задачу о положениях. Получить взаимосвязь обобщенных координат q_1, q_2, q_3 входных звеньев и координат выходного звена x, y, φ в точке C_0. Определить координаты всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при $q_1=45^\circ, q_2=0,05 \text{ м}, q_3=45^\circ$, значения координат всех точек и звеньев.</p> <p>4) Решить задачу о скоростях. Получить взаимосвязь обобщенных скоростей $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3$ входных звеньев и скоростей выходного звена $\dot{x}, \dot{y}, \dot{\varphi}$ в точке C_0. Определить скорости всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования</p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p>координат. Найти при $q_1=45^\circ$, $q_2=0,05$ м, $q_3=45^\circ$, значения скоростей всех точек и звеньев.</p> <p>5) Решить задачу об ускорениях. Получить взаимосвязь обобщенных ускорений $\ddot{q}_1, \ddot{q}_2, \ddot{q}_3$ входных звеньев и ускорений выходного звена $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{\varphi}$ в точке C_0. Определить ускорения всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при $q_1=45^\circ$, $q_2=0,05$ м, $q_3=45^\circ$, значения ускорений всех точек и звеньев.</p> <p>6) Определить особые положения механизма. Определить координаты, скорости и ускорения всех точек и звеньев механизма.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий								
14.	Домашняя работа №2	 <p>The diagram shows a mechanism with three links (1, 2, 3) and three revolute joints (C1, C2, C3). Link 1 is a crank of length 0.1 m pivoted at A1. Link 2 is a connecting rod of length 0.1 m pivoted at C1 and C2. Link 3 is a slider of length 0.1 m pivoted at C2 and B2, moving horizontally on a guide. Dimensions: a is the vertical distance from A1 to C1; b and c are vertical distances from C2 to the horizontal guide; d is the horizontal distance from A3 to C2; e is the vertical distance from C3 to the horizontal guide. Angles q1, q2, and q3 are shown at joints B1, B2, and A3 respectively.</p> <table border="1" data-bbox="1077 1204 1928 1343"> <thead> <tr> <th>Наименование</th> <th>Размеры, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1B1</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>A2B2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>A3B3</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование	Размеры, м	A1B1	0,1	A2B2	0,1	A3B3	0,1
Наименование	Размеры, м									
A1B1	0,1									
A2B2	0,1									
A3B3	0,1									

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	
		В ₁ С ₁	0,2
		В ₂ С ₂	0,2
		В ₃ С ₃	0,2
		С ₁ С ₂	0,2
		С ₂ С ₃	0,2
		С ₁ С ₃	0,2
		а	0,2
		b	0,2
		с	0,25
		d	0,4
		е	0,1
		<p>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 $q_1=45^\circ$, $q_2=0,05$ м, $q_3=45^\circ$, значения реакций во всех кинематических парах и уравновешивающих сил или моментов на входных звеньях.</p> <p>2) Провести частотный анализ собственной частоты колебаний механизма. Найти при $q_1=45^\circ$, $q_2=0,05$ м, $q_3=45^\circ$, значения частот всех точек и звеньев.</p> <p>3) Провести частотный анализ собственной частоты колебаний в особых положениях механизма. Найти в этих положениях значения частот всех точек и звеньев.</p>	

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
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?

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

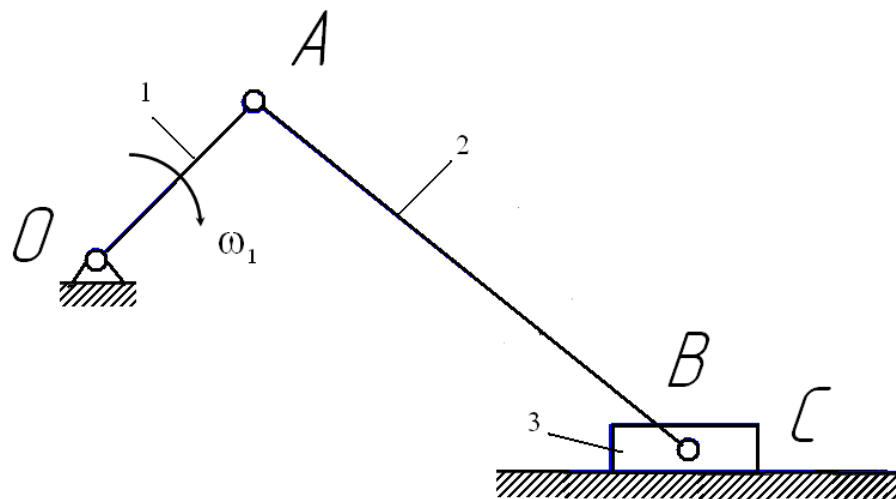
Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Устный опрос	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном 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		3

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	теме коллоквиума, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала.		
	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	Работа выполнена полностью, отчет представлен грамотно оформленным по предъявляемым требованиям. Нет ошибок в логических рассуждениях,		5

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
лабораторной работы (письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-практических заданий)	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.		
	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

5.3. Промежуточная аттестация:

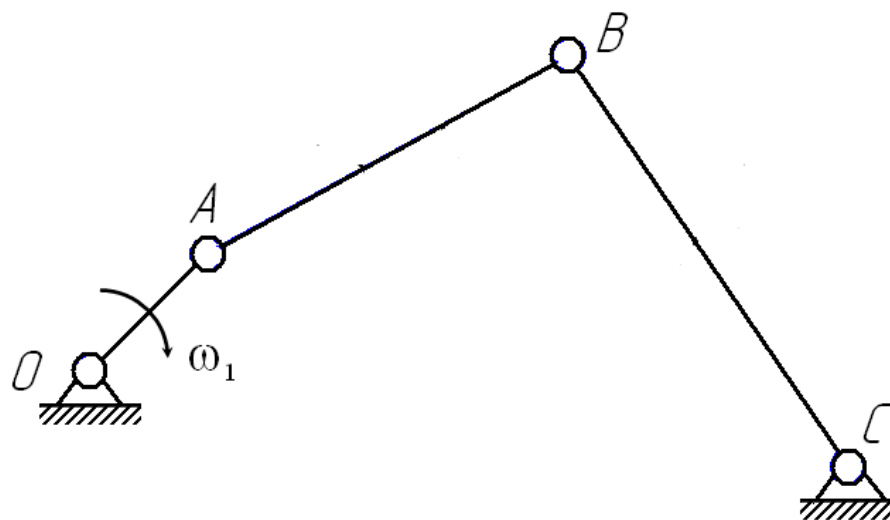
Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен: в письменной форме по билетам, включающим 3 вопроса	Билет №1 1. Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов. 2. Динамика мехатронных 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 $\omega_1 = 40$ с⁻¹, $OA = 0,05$ м, $AB = 0,1$ 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 $\omega_1 = 40 \text{ с}^{-1}$, $OA = 0,05 \text{ м}$, $AB = 0,1 \text{ м}$, $BC = 0,7 \text{ м}$. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах.

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Наименование оценочного средства			
Экзамен	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 		5

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>теорий, научных школ, направлений по вопросу билета;</p> <ul style="list-style-type: none"> – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой. <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		4
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 		3

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>слабые;</p> <p>– 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.</p>		
	<p>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.</p>		2

5.5. 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		

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины не реализуется.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются 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.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

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.).

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.

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.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины** **соответствует требованиям ФГОС ВО.**

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	Комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска меловая. Специализированное оборудование: разрывная машина, коперы, машина на кручение, вибростенд, универсальные испытательные

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.
Калужская, д.1)	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.

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

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

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	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

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:

Информация об используемых ресурсах составляется в соответствии с Приложением 3 к ОПОП ВО.

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znaniium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znaniium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znaniium.com» http://znaniium.com/

11.2. Перечень программного обеспечения

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
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	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