

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.06.2024 17:56:15
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82479

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 №10 от 06.03.2024 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.	256	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	128	34	16				46	32
5 семестр	экзамен	128	34	16				46	32
Всего:		288	68	32				92	64

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	46	экзамен по билетам
ИТОГО за четвертый семестр		34	16			46	
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 кинестатической 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.						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.						Разбор теоретического материала. Защита лабораторной работы №2.9.3 Защита домашней работы №2
	Экзамен	х	х	х	х	46	экзамен по билетам
	ИТОГО за пятый семестр	34	16			46	

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	68	32			92	

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 кинестатики.
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 серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; - ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.

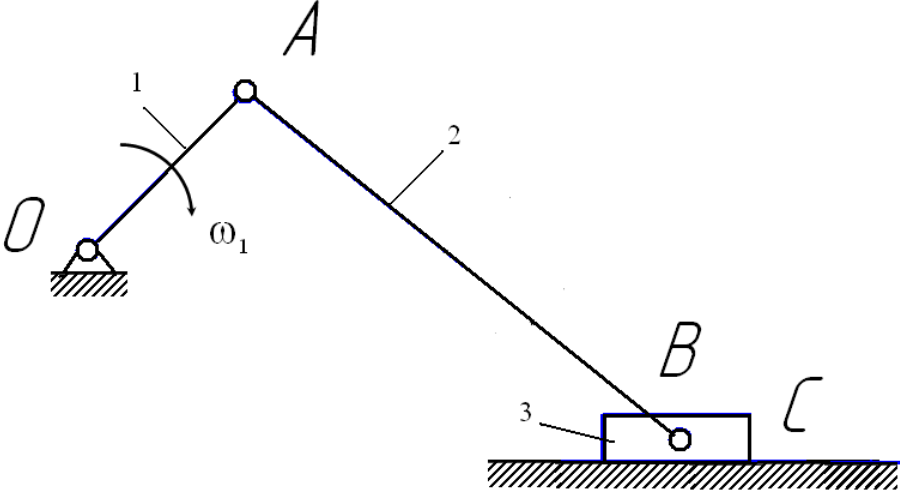
5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

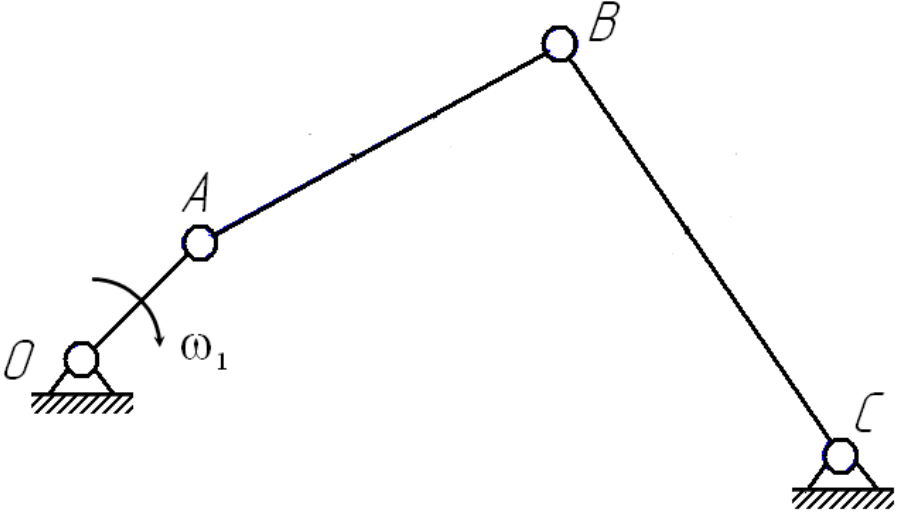
При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Основы теоретической механики» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей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

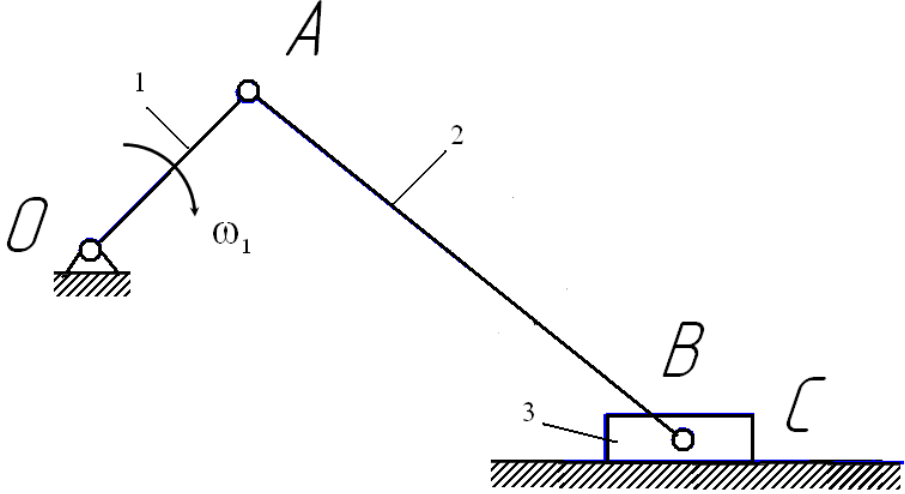
5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

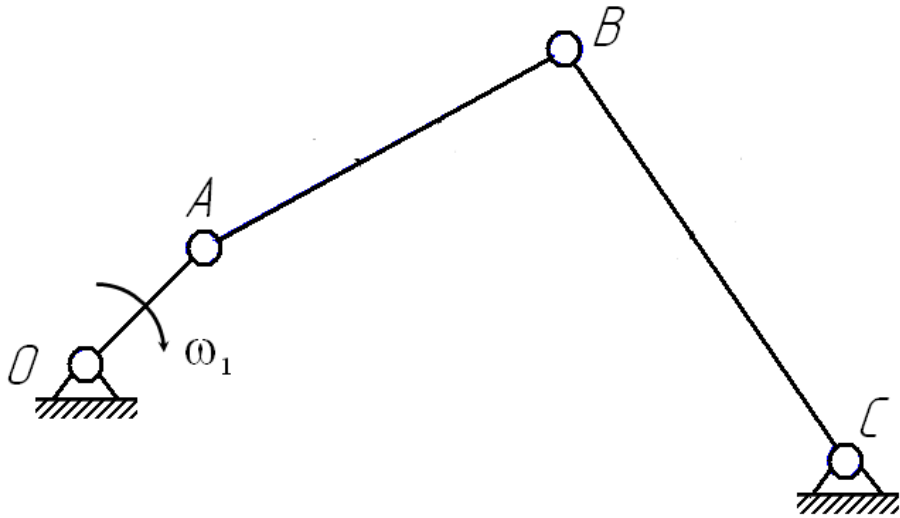
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1.	Устный опрос Тема 1.1	1. Что такое мехатроника и робототехника? 2. Какая существует классификация мехатронных устройств?

№ 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>

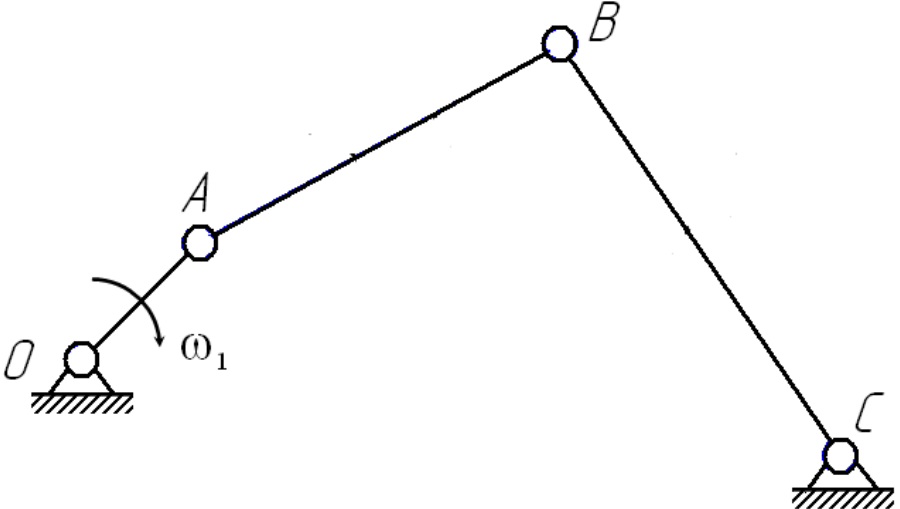
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
5.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="936 742 1948 805">Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок.</p>

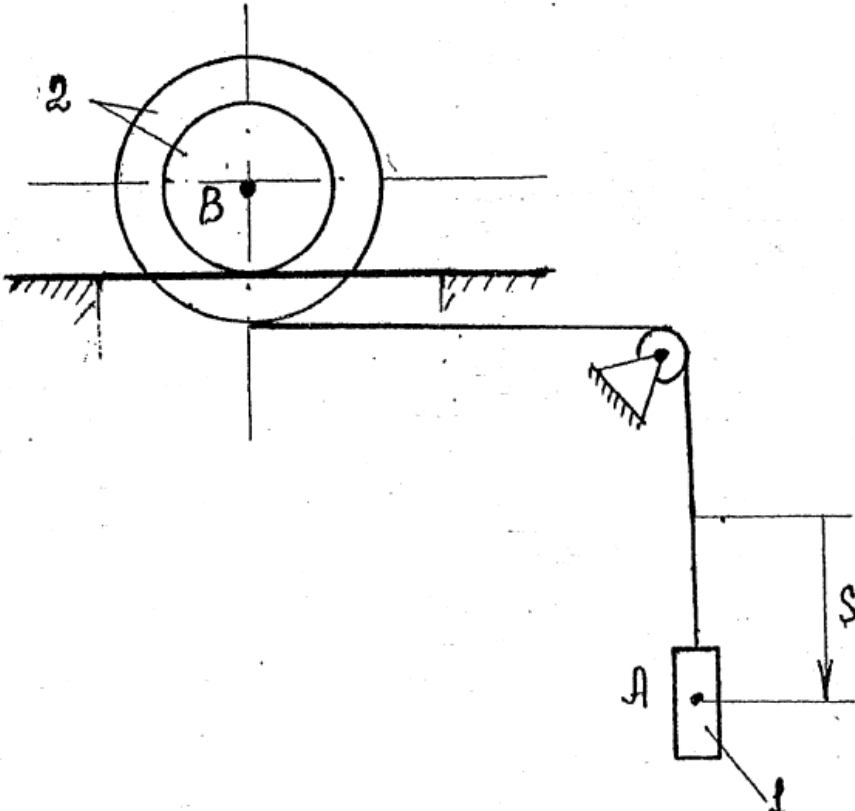
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
6.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="936 778 1948 847">Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок.</p>

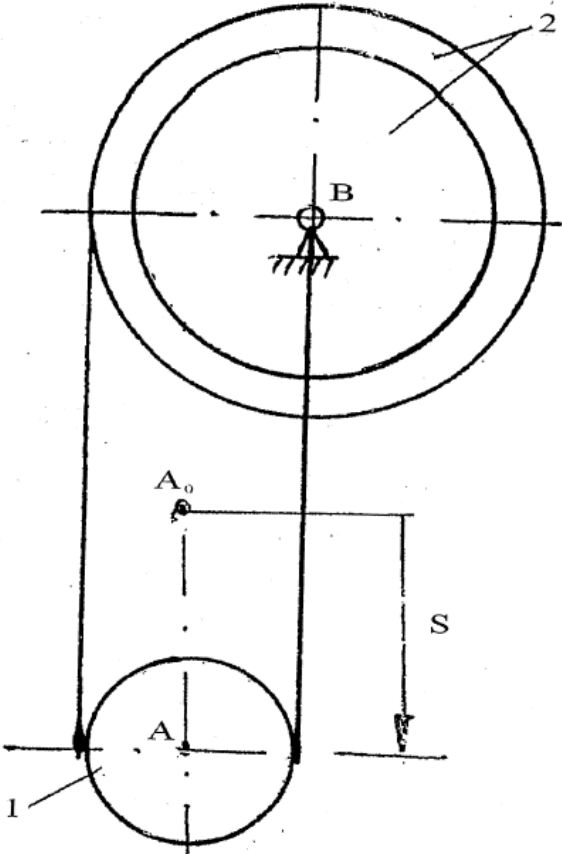
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
7.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="1030 742 2060 869">Угловая скорость кривошипа $\omega_1 = 40 \text{ с}^{-1}$, $OA = 0,05 \text{ м}$, $AB = 0,1 \text{ м}$. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат.</p>

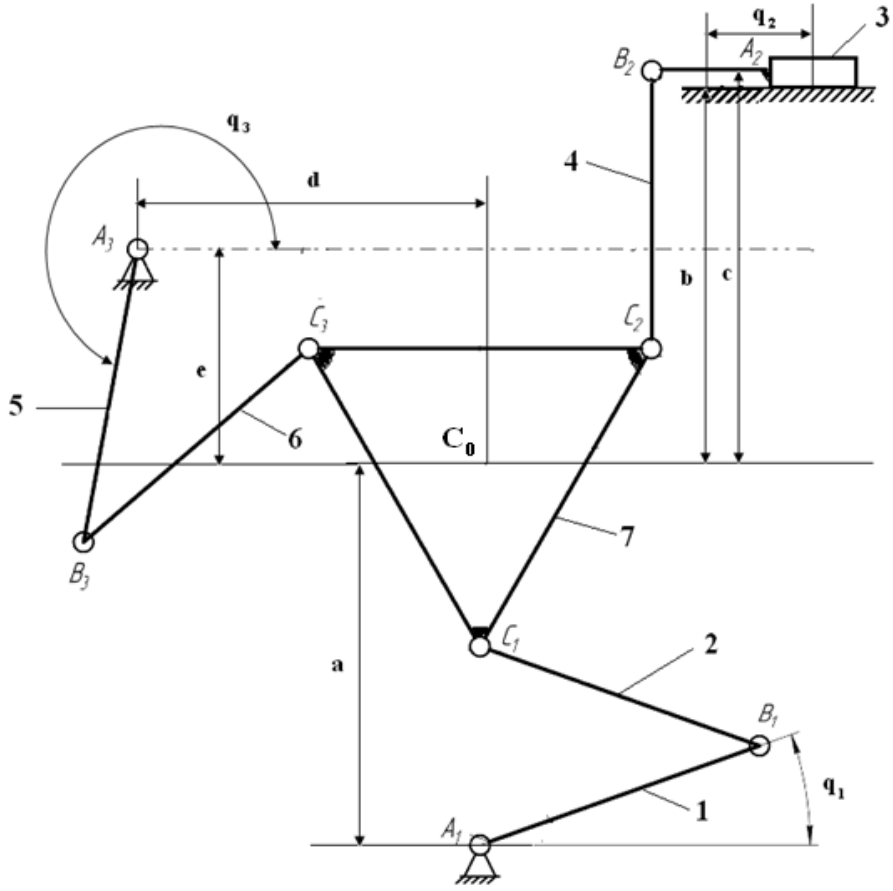
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
8.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="1030 774 2049 885">Угловая скорость кривошипа $\omega_1=40$ с⁻¹, $OA=0,05$ м, $AB=0,1$ м, $BC=0,7$ м. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат.</p>

№ 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>

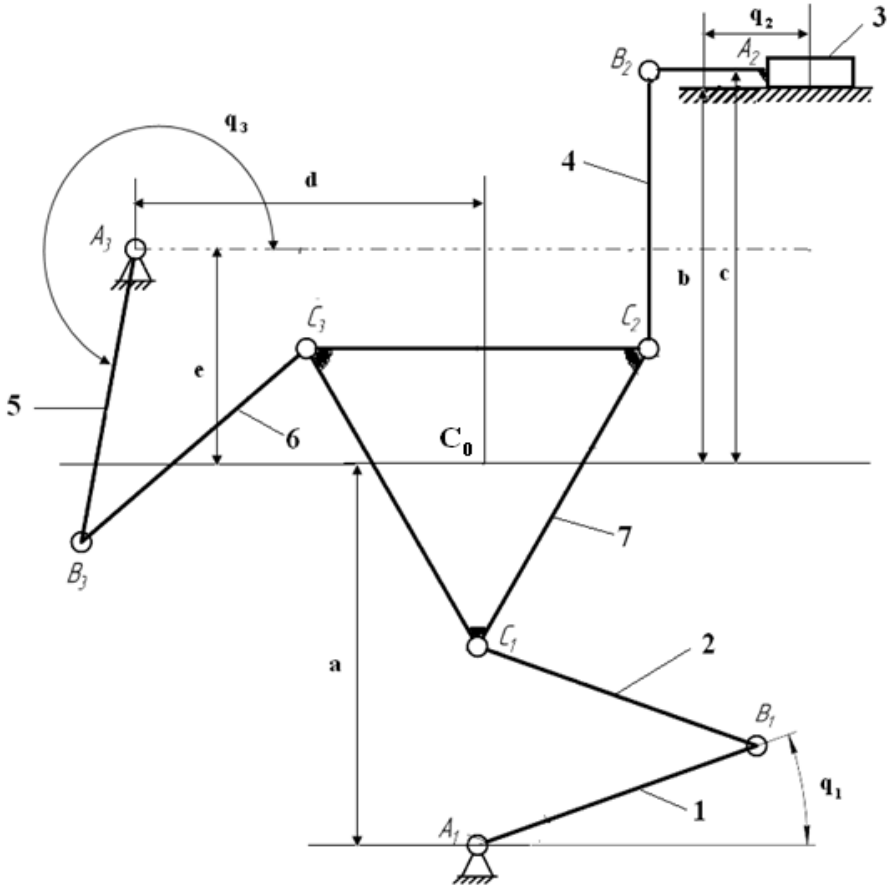
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
11.	Контрольная работа №4	 <p data-bbox="936 1077 1926 1206">Дано $m_1, m_2, r_2, R_2, i_2, \delta, T_0=0$. Определить кинетическую, потенциальную энергию системы, суммарную работу сил и моментов сил.</p>

№ 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 inner circle has radius r_2 and the outer circle has radius R_2. They are fixed together and rotate about a common center B, which is a pivot point. A string is wound around the inner circle, passes over a pulley at point A_0, and then goes down to a smaller pulley at point A. The pulley at A has radius r_2. A second string is wound around the pulley at A and passes over the pulley at A_0. The free end of this string is attached to a horizontal support. A vertical distance S is indicated from the pulley at A_0 to a horizontal reference line. The pulley at A is labeled with '1' and the larger wheel assembly with '2'. The initial tension $T_0 = 0$.</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 and three revolute joints. 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 C₂. Link 3 is a slider of length 0.1 m pivoted at B₂ and moving horizontally. Dimensions: a = 0.2 m, b = 0.1 m, c = 0.1 m, d = 0.1 m, e = 0.1 m. Angles q₁, q₂, q₃ are shown.</p> <table border="1" data-bbox="1075 1173 1926 1348"> <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 $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{\phi}$ 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 the following components and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Links: 1 (ground), 2 (crank), 3 (slider), 4 (connecting rod), 5 (lever), 6 (horizontal link). Joints: Revolute joints at $A_1, B_1, C_1, C_2, C_3, A_3, B_3$. A prismatic joint is at A_2, B_2. Dimensions: a (vertical distance from A_1 to C_1), b (vertical distance from C_2 to A_2), c (vertical distance from C_2 to B_2), d (horizontal distance from A_3 to C_2), e (vertical distance from C_3 to B_3). Angles: q_1 (angle at B_1), q_2 (angle at A_2), q_3 (angle at A_3). Other labels: C_0 is a horizontal reference line. <table border="1" data-bbox="1077 1204 1928 1342"> <thead> <tr> <th>Наименование</th> <th>Размеры, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A_1B_1</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>A_2B_2</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>A_3B_3</td> <td>0,1</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование	Размеры, м	A_1B_1	0,1	A_2B_2	0,1	A_3B_3	0,1
Наименование	Размеры, м									
A_1B_1	0,1									
A_2B_2	0,1									
A_3B_3	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:

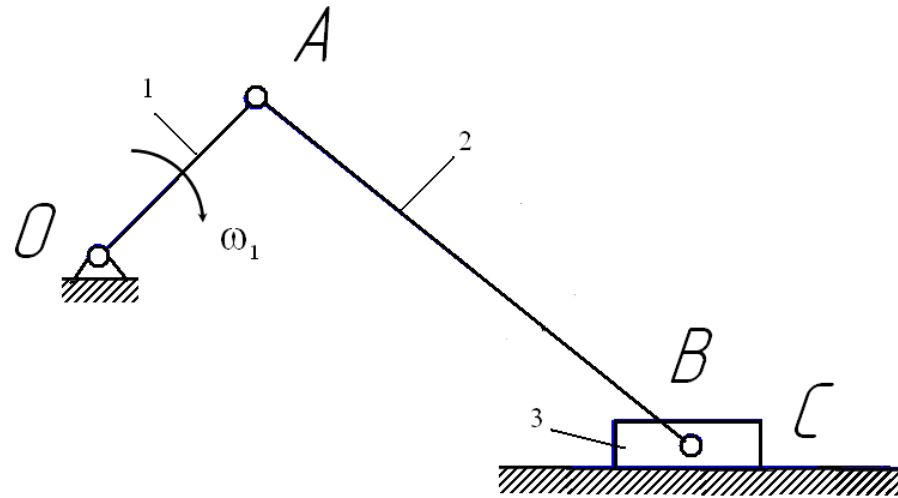
Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Устный опрос	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном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

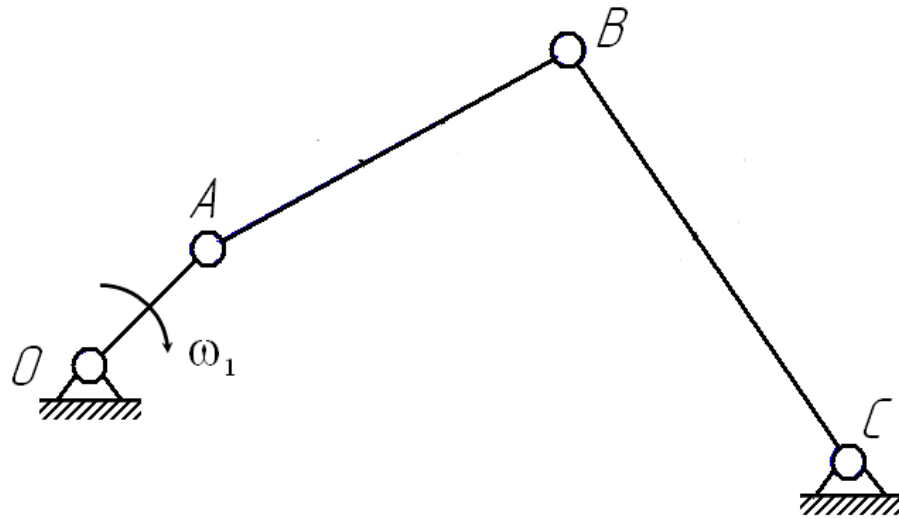
Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен: в письменной форме по билетам, включающим 3 вопроса	Билет №1 1. Основные понятия и определения мехатроники и робототехники. Виды мехатронных устройств и роботов. 2. Динамика мехатронных 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 $\omega_1 = 40 \text{ с}^{-1}$, $OA = 0,05 \text{ м}$, $AB = 0,1 \text{ м}$. 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	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
Экзамен	Обучающийся: <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