

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 05.06.2024 11:25:45  
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  
Кафедра

Магистратура  
Теоретической и прикладной механики

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы расчета сложных технических систем

Уровень образования	магистратура	
Направление подготовки	15.04.02	Технологические машины и оборудование
Профиль/Специализация	Цифровое управление производством	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	2 года	
Форма обучения	очная	

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы расчета сложных технических систем» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №10 от 06.03.2024 г.

Разработчик рабочей программы «Основы расчета сложных технических систем»  
к.т.н., доцент Степнов Н.В.

Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор Хейло С.В.

## **1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Учебная дисциплина «Основы расчета сложных технических систем» изучается в Модуле 1 первого семестра.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены

### **1.1. Форма промежуточной аттестации:**

экзамен

### **1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП**

Учебная дисциплина «Основы расчета сложных технических систем» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предыдущему уровню образования в части сформированности универсальных компетенций.

Результаты обучения по учебной дисциплине используются при прохождении всех видов практик, предусмотренных ОПОП и выполнении ВКР.

## **2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Целями изучения дисциплины Основы расчета сложных технических систем профессиональной деятельности являются:

- использование основных понятий и терминологии технических систем и определение их связи с другими общенаучными инженерными дисциплинами;
- изучение основных моделей технических систем и границы их применения;
- применение основных методов исследования кинематических и динамических характеристик технических систем;
- проведение инженерных расчетов технических систем;
- применение современных компьютерных средств при расчётах и конструировании технических систем;
- разработка и оформление проектной и технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, стандартов, технических условий и других нормативных документов;
- использование современной научно-технической и справочной информации, отечественный и зарубежный опыт в области расчётов и конструирования технических систем.

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.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов	ИД-ОПК-5.2 Разработка аналитических и численных методов расчета технологических процессов, машин и оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использует основные положения по техническим системам;</li> <li>- изучает основы аналитических и численных методов при создании математических моделей технических систем;</li> <li>- применяет современные методы исследования технологических машин и оборудования;</li> <li>- оценивает и представляет результаты выполненной работы;</li> <li>- анализирует накопленную информацию для осуществления профессиональной подготовки по образовательным программам в данной области машиностроения;</li> <li>- использует аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.</li> </ul>
ОПК-12 Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ИД-ОПК-12.1 Учет многообразия факторов современного развития технологического оборудования и методов их исследования для выбора продуктивных форм и целей профессиональной деятельности	
ОПК-14 Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.	ИД-ОПК-14.1 Структурирование и анализ накопленной информации для осуществления профессиональной подготовки по образовательным программам в данной области машиностроения	
	ИД-ОПК-14.2 Разработка и создание образовательных программ в области машиностроения	
ПК-1 Способен организовывать инжиниринг машиностроительного производства	ИД-ПК-1.1 Внедрение в производство передовых технологий	

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	<b>6</b>	<b>з.е.</b>	<b>192</b>	<b>час.</b>
---------------------------	----------	-------------	------------	-------------

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
			1 семестр	экзамен	192	18	36		
Всего:		192	18	36				90	48

## 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		
<b>Первый семестр</b>							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Лекция 1</b> Основные понятия и определения технической системы. Виды технических систем. Структура и строение технических систем.	2				2	Устный опрос.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Практическое занятие №1.1</b> Структура технических систем.		2			2	Разбор теоретического материала.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1	<b>Практическое занятие №1.2</b> Определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности технических		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		
ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	систем.						
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Лекция 2</b> Структурный анализ, структурный синтез технических систем. Кинематический анализ механизмов технических систем. Прямая и обратная задача кинематики. Геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций.	2				2	Устный опрос.
ОПК-5	<b>Практическое занятие №2.1</b>		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-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	Структурный анализ, структурный синтез технических систем.						Домашняя работа №1.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1	<b>Практическое занятие №2.2</b> Геометрический метод кинематического анализа технических систем.		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-ПК-1.1							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Лекция 3</b> Кинематический анализ технических систем методом преобразования координат. Системы координат звеньев. Преобразование декартовых координат. Однородные координат. Преобразование однородных координат. Метод Денавита-Хартенберга. Прямая и обратная задача о положениях технических систем. Матрица Якоби. Уравнения связей.	2				2	Устный опрос.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14	<b>Практическое занятие № 3.1</b> Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат технических систем.		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-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Практическое занятие № 3.2</b> Задача о положениях технических систем.		2			2	Разбор теоретического материала. Контрольная работа №1.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	<b>Лекция 4</b> Прямая и обратная задача о скоростях технических	2				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 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	систем. Дифференцирование матриц преобразования. Определение линейных и угловых скоростей. Метод Анджелеса-Госслена. Особые положения. Прямая и обратная задача об ускорениях технических систем. Определение линейных и угловых ускорений.						
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1	<b>Практическое занятие № 4.1</b> Задача о скоростях технических систем. Определение особых положений.		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-ПК-1.1							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Практическое занятие № 4.2</b> Задача об ускорениях технических систем.		2			2	Разбор теоретического материала.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14	<b>Лекция 5</b> Кинематический анализ механизмов технических систем методом планов положений, скоростей и ускорений. Динамика технических систем. Законы динамики. Прямая и обратная задача динамики.	2				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-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	Силы и моменты, действующие в технических системах. Принцип Даламбера для технических систем.						
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Практическое занятие № 5.1</b> Метод планов положений, скоростей и ускорений для технических систем.		2			2	Разбор теоретического материала.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	<b>Практическое занятие № 5.2</b> Определение движущего момента и движущей		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		
ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	силы на приводах технической системы.						
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<p style="text-align: center;"><b>Лекция 6</b></p> Прямая задача динамики. Условие кинетостатической определенности кинематических цепей. Действие реакций в кинематических парах механизмах технических систем. Определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах технических систем. Теорема Жуковского. Трение. Виды трения. Силы трения. Силы трения в кинематических парах. Виды	2				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		
	изнашивания. Расчет износа. Расчет ресурса. КПД технической системы.						
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Практическое занятие № 6.1</b> Силовой анализ технической системы		2			2	Разбор теоретического материала. Домашняя работа №2
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14	<b>Практическое занятие № 6.2</b> Определение сил трения в кинематических парах технической системы.		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-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<p style="text-align: center;"><b>Лекция 7</b></p> <p>Обобщенные силы. Условия равновесия технических систем в обобщенных координатах. Кинетическая энергия, потенциальная энергия, работа сил, работа моментов сил технических систем. Уравнения движения технических систем (уравнения Лагранжа 2 рода).</p>					2	Устный опрос.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2	<p><b>Практическое занятие № 7.1</b></p> <p>Условия равновесия в обобщенных координатах</p>		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		
ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	технической системы.						
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Практическое занятие № 7.2</b> Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения технической системы.		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		
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1	<b>Лекция 8</b> Обратная задача динамики. Динамическая модель технической системы. Приведение сил. Приведение масс. Уравнения движения технических систем в дифференциальной и энергетической форме. Основные режимы их движения.	2				2	Устный опрос.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1	<b>Практическое занятие № 8.1</b> Приведение сил, приведение масс технической системы.		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-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2	<b>Практическое занятие № 8.2</b> Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей технических систем.		2			2	Разбор теоретического материала. Контрольная работа №2.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1	<b>Лекция 9</b> Понятие устойчивости равновесия. Малые свободные колебания технических систем. Частотный критерий особых положений механизмов технических систем. Кинематическая точность технических систем.	2				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-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1							
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2	<b>Практическое занятие № 9.1</b> Частотный анализ технической системы.		2			2	Разбор теоретического материала.
ОПК-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1	<b>Практическое занятие № 9.2</b> Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность технической системы.		2			2	Разбор теоретического материала. Защита домашних работ №1,2.



## 3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

№ пап	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание раздела (темы)
<b>Лекция 1</b>	Основные понятия и определения технической системы. Виды технических систем. Структура и строение технических систем.	Рассмотрены основные понятия и определения, основные виды, структура и строение технических систем.
<b>Практическое занятие №1.1</b>	Структура технических систем.	Изучена структура технической системы, понятия звена, кинематической пары. Рассмотрена структура на конкретных примерах технической системы.
<b>Практическое занятие №1.2</b>	Определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности технических систем.	Рассмотрены конкретные примеры определения подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурной и конструктивной избыточности технических систем.
<b>Лекция 2</b>	Структурный анализ, структурный синтез технических систем. Кинематический анализ механизмов технических систем. Прямая и обратная задача кинематики. Геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций.	Рассмотрено определение подвижности, степени подвижности, количества замкнутых контуров, структурная и конструктивная избыточность технических систем. Рассмотрены понятия структурного анализа и синтеза технических систем. Принцип образования технических систем с помощью структурных групп. Влияние конструктивной избыточности на техническую систему. Изучено понятие кинематического анализа, прямая и обратная задачи кинематики. Рассмотрен геометрический метод кинематического анализа с помощью передаточных функций.
<b>Практическое занятие №2.1</b>	Структурный анализ, структурный синтез технических систем.	Рассмотрены конкретные примеры образования технических систем с помощью структурных групп. Определены класс, порядок, вид структурных групп.
<b>Практическое занятие №2.2</b>	Геометрический метод кинематического анализа технических систем.	Рассмотрены конкретные примеры выполнения кинематического анализа технических систем геометрическим методом с помощью передаточных функций.
<b>Лекция 3</b>	Кинематический анализ технических систем методом преобразования координат. Системы координат звеньев. Преобразование декартовых	Изучен кинематический анализ по методу преобразования координат. Рассмотрены существующие системы координат технических, преобразования в декартовых и в однородных

	<p>координат. Однородные координат. Преобразование однородных координат. Метод Денавита-Хартенберга. Прямая и обратная задача о положениях технических систем. Матрица Якоби. Уравнения связей.</p>	<p>координатах. Принципы формирования матриц перехода между системами координат. Изучены понятия прямой и обратной задачи о положениях, условия создания уравнений связей и формирование матрицы Якоби.</p>
<p><b>Практическое занятие № 3.1</b></p>	<p>Задание базовой и локальных систем координат звеньев и получение матриц перехода между системами координат технических систем.</p>	<p>Рассмотрены конкретные примеры выбора базовой и локальных систем координат звеньев, создание матриц перехода между системами координат по методу преобразования координат для технических систем.</p>
<p><b>Практическое занятие № 3.2</b></p>	<p>Задача о положениях технических систем.</p>	<p>Рассмотрены конкретные примеры определения координат кинематических пар и звеньев технических систем матричным способом по методу Денавита-Хартенберга, условия создания уравнений связей и формирование матрицы Якоби.</p>
<p><b>Лекция 4</b></p>	<p>Прямая и обратная задача о скоростях технических систем. Дифференцирование матриц преобразования. Определение линейных и угловых скоростей. Метод Анджелеса-Госслена. Особые положения. Прямая и обратная задача об ускорениях технических систем. Определение линейных и угловых ускорений.</p>	<p>Изучены понятия прямой и обратной задачи о скоростях, принципы дифференцирования матриц преобразования. Рассмотрено определение скоростей технических систем прямым дифференцированием или методом Анджелеса-Госслена. Пояснено определение особых положений технических систем. Изучены понятия прямой и обратной задачи об ускорениях. Рассмотрено определение ускорений технических систем прямым дифференцированием.</p>
<p><b>Практическое занятие № 4.1</b></p>	<p>Задача о скоростях технических систем. Определение особых положений.</p>	<p>Рассмотрены конкретные примеры определения линейных скоростей кинематических пар и угловых скоростей звеньев технических систем матричным способом по методу Денавита-Хартенберга, и определение кинематических характеристик из уравнений связей методом Анджелеса-Госслена. Найдены особые положения механизмов.</p>
<p><b>Практическое занятие № 4.2</b></p>	<p>Задача об ускорениях технических систем.</p>	<p>Рассмотрены конкретные примеры определения линейных ускорений кинематических пар и угловых ускорений звеньев технических систем матричным способом по методу Денавита-Хартенберга.</p>
<p><b>Лекция 5</b></p>	<p>Кинематический анализ механизмов технических</p>	<p>Рассмотрен кинематический анализ механизмов мехатронных устройств и</p>

	систем методом планов положений, скоростей и ускорений. Динамика технических систем. Законы динамики. Прямая и обратная задача динамики. Силы и моменты, действующие в технических системах. Принцип Даламбера для технических систем.	роботов методом планов положений, скоростей и ускорений. Изучены понятия динамики технических систем, законы динамики, прямая и обратная задача динамики. Рассмотрены силы и моменты, действующие в технических системах. Изучен принцип Даламбера для технических систем, позволяющий составлять уравнения кинестатики.
<b>Практическое занятие № 5.1</b>	Метод планов положений, скоростей и ускорений для технических систем.	Рассмотрены конкретные примеры определения кинематических характеристик технических систем методом планов положений, скоростей и ускорений.
<b>Практическое занятие № 5.2</b>	Определение движущего момента и движущей силы на приводах технической системы.	
<b>Лекция 6</b>	Прямая задача динамики. Условие кинестатической определимости кинематических цепей. Действие реакций в кинематических парах механизмах технических систем. Определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах технических систем. Теорема Жуковского. Трение. Виды трения. Силы трения. Силы трения в кинематических парах. Виды изнашивания. Расчет износа. Расчет ресурса. КПД технической системы.	Рассмотрено условие кинестатической определимости кинематических цепей и действие реакций в кинематических парах технической системы. Изучен порядок силового анализа и определение движущего момента и движущей силы на приводах технической системы. Рассмотрен способ определения движущего момента и движущей силы по теореме Жуковского. Изучены понятия трения, виды трения, силы трения, силы трения в кинематических парах, виды изнашивания. Приведен порядок расчёта износа, ресурса и КПД технических систем.
<b>Практическое занятие № 6.1</b>	Силовой анализ технической системы	Рассмотрены конкретный пример определения реакций в кинематических парах технической системы.
<b>Практическое занятие № 6.2</b>	Определение сил трения в кинематических парах технической системы.	Рассмотрен конкретный пример определения сил трения в кинематических парах и их влияние на движение технической системы.
<b>Лекция 7</b>	Обобщенные силы. Условия равновесия технических систем в обобщенных координатах. Кинетическая энергия, потенциальная энергия, работа сил, работа моментов сил технических систем. Уравнения движения технических систем (уравнения Лагранжа 2 рода).	Изучено понятие обобщенной силы и условия равновесия технических систем в обобщенных координатах. Изучено понятие кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил технических систем и представлены уравнения движения технических систем (уравнения Лагранжа 2 рода).

<b>Практическое занятие № 7.1</b>	Условия равновесия в обобщенных координатах технической системы.	Рассмотрен конкретный пример составления условий равновесия в обобщенных координатах технической системы.
<b>Практическое занятие № 7.2</b>	Определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения технической системы	Рассмотрено определение кинетической энергии, потенциальной энергии, работы сил, работы моментов сил и уравнений движения технической системы.
<b>Лекция 8</b>	Обратная задача динамики. Динамическая модель технической системы. Приведение сил. Приведение масс. Уравнения движения технических систем в дифференциальной и энергетической форме. Основные режимы их движения.	Изучено понятие динамической модели технической системы и порядок приведения сил и приведения масс к динамической модели. Рассмотрены общие уравнения движения технических систем в дифференциальной и энергетической форме. Изучены основные режимы движения.
<b>Практическое занятие № 8.1</b>	Приведение сил, приведение масс технической системы.	Рассмотрен конкретный пример приведения сил, приведение масс технической системы.
<b>Практическое занятие № 8.2</b>	Определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей технических систем.	Рассмотрено определение уравнений движения в дифференциальной и энергетической форме приводов динамических моделей технической системы.
<b>Лекция 9</b>	Понятие устойчивости равновесия. Малые свободные колебания технических систем. Частотный критерий особых положений механизмов технических систем. Кинематическая точность технических систем.	Изучено понятие устойчивости равновесия. Порядок расчета малых свободных колебаний технических систем и частотный критерий особых положений технических систем. Изучен порядок оценки кинематической точности технических систем.
<b>Практическое занятие № 9.1</b>	Частотный анализ технической системы.	Рассмотрен частотный анализ технической системы.
<b>Практическое занятие № 9.2</b>	Определение погрешности обобщенных координат и кинематическую точность технической системы.	Проведен расчёт погрешности обобщенных координат и кинематическая точность технической 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.

### 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	18	в соответствии с расписанием учебных занятий
	практические занятия	36	

#### 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-5 ИД-ОПК-5.2 ОПК-12 ИД-ОПК-12.1 ОПК-14 ИД-ОПК-14.1 ИД-ОПК-14.2 ПК-1 ИД-ПК-1.1
высокий	85-100	отлично/ зачтено (отлично)/ зачтено	Обучающийся: -исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения - показывает основные научно-технические знания для расчетов по кинематике и динамике технических систем; - использует современные основные научно-технические источники для расчетов по кинематике и динамике технических систем; -свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; - дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные.
повышенный	65-84	хорошо/ зачтено (хорошо)/ зачтено	Обучающийся: - достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия и законы по кинематике и динамике технических систем;

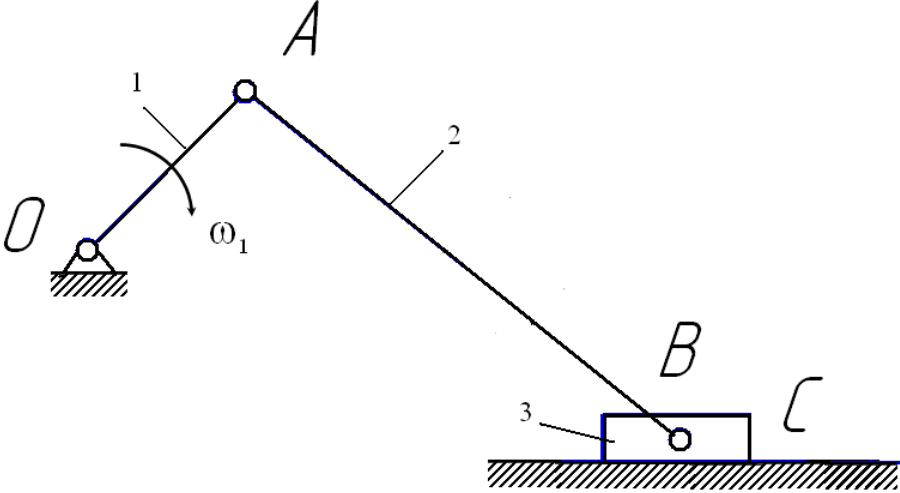
			<ul style="list-style-type: none"> <li>– допускает единичные негрубые ошибки;</li> <li>– достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе;</li> <li>- ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей.</li> </ul>
базовый	41-64	удовлетворительно/ зачтено (удовлетворительно)/ зачтено	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП;</li> <li>- с неточностями излагает основные положения по кинематике и динамике технических систем,</li> <li>– демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине;</li> <li>- ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения.</li> </ul>
низкий	0-40	неудовлетворительно/ не зачтено	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации;</li> <li>– испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами;</li> <li>– выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя;</li> <li>- ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы.</li> </ul>

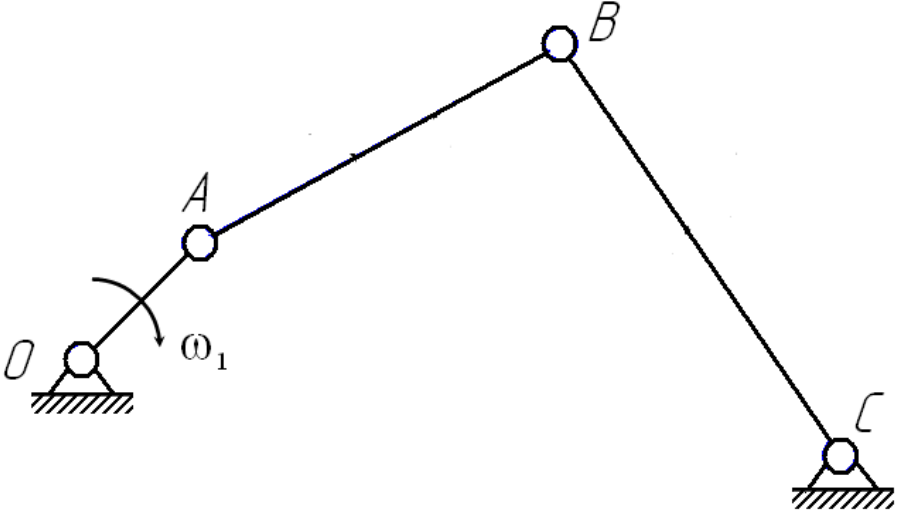
## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

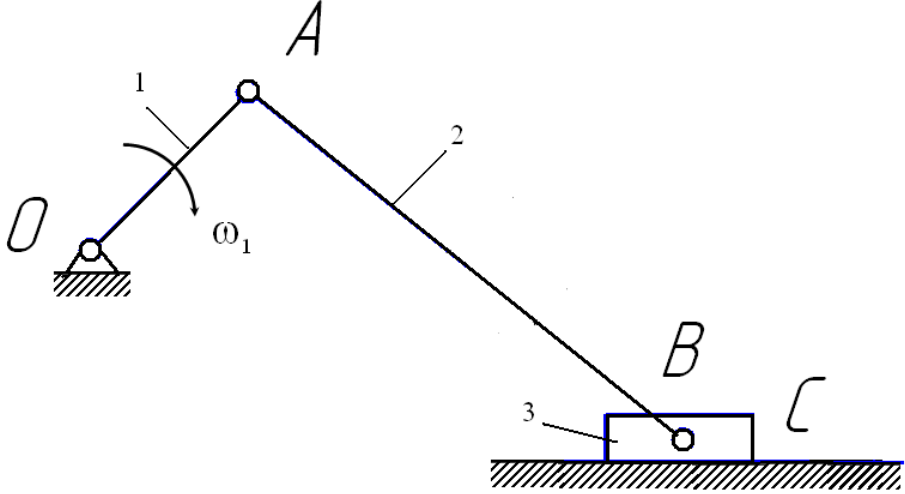
При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Основы расчета сложных технических систем» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе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

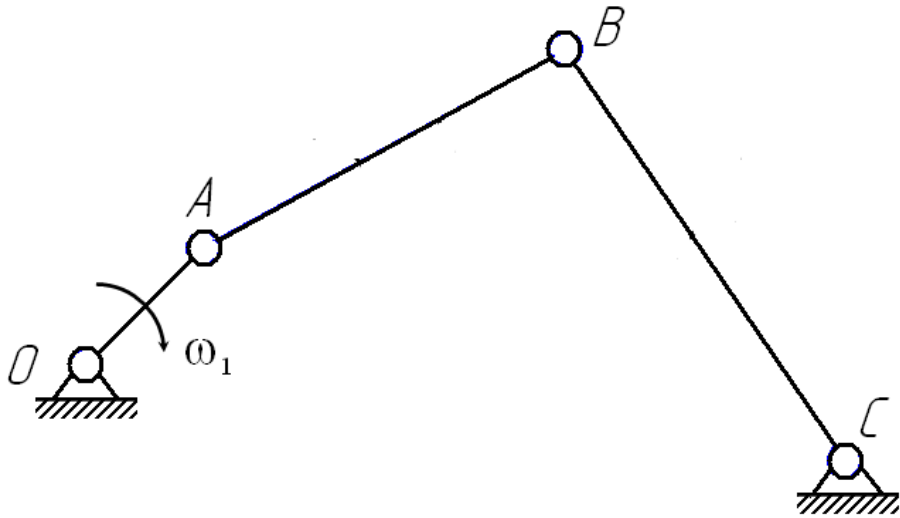
## 5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
1.	<p style="text-align: center;"><b>Устный опрос</b></p> <p>Лекция №1 Основные понятия и определения технической системы. Виды технических систем. Структура и строение технических систем.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое техническая система?</li> <li>2. Какая существует классификация технических систем?</li> <li>3. Какая структура технической системы?</li> </ol>
2.	<p style="text-align: center;"><b>Устный опрос</b></p> <p>Лекция №6 Прямая задача динамики. Условие кинетостатической определенности кинематических цепей. Действие реакций в кинематических парах механизмах технических систем. Определение движущего момента и движущей силы на приводах механизмах технических систем. Теорема Жуковского. Трение. Виды трения. Силы трения. Силы трения в кинематических парах. Виды изнашивания. Расчет износа. Расчет ресурса. КПД технической системы.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чём заключается прямая задача динамики?</li> <li>2. Какое существует условие кинетостатической определенности кинематических цепей?</li> <li>3. Как действуют реакции в кинематических парах?</li> <li>4. Как проводится силовой анализ в механизма?</li> <li>5. Как можно рассчитать движущую силу и движущий момент по теореме Жуковского?</li> </ol>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
3.	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>

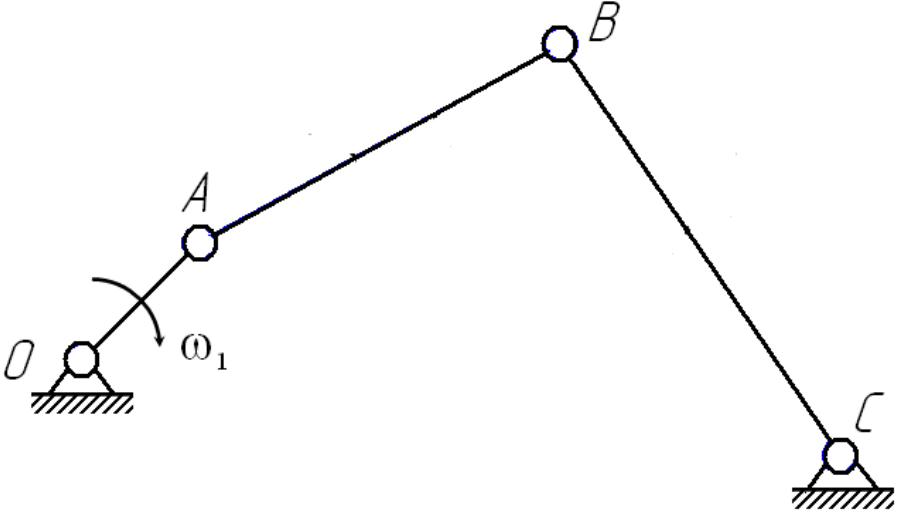
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
4.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="936 778 1948 847">Описать звенья и кинематические пары. Выделить структурные группы и первичный механизм. Указать их вид, класс и порядок.</p>

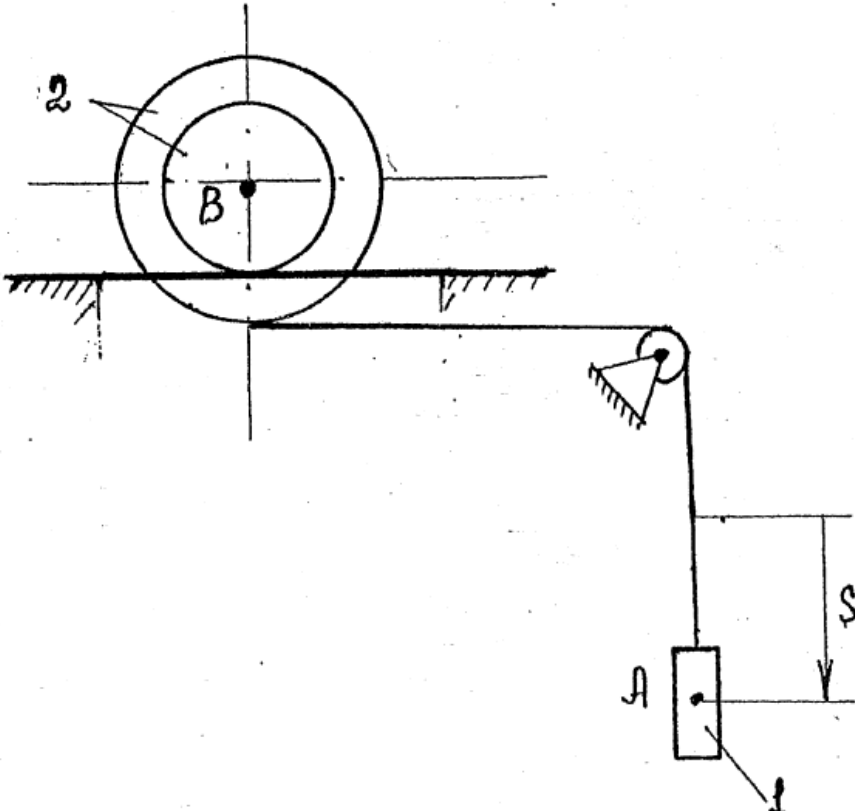
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
5.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="1030 742 2049 869">Угловая скорость кривошипа <math>\omega_1=40 \text{ с}^{-1}</math>, <math>OA=0,05 \text{ м}</math>, <math>AB=0,1 \text{ м}</math>. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев методом преобразования координат.</p>

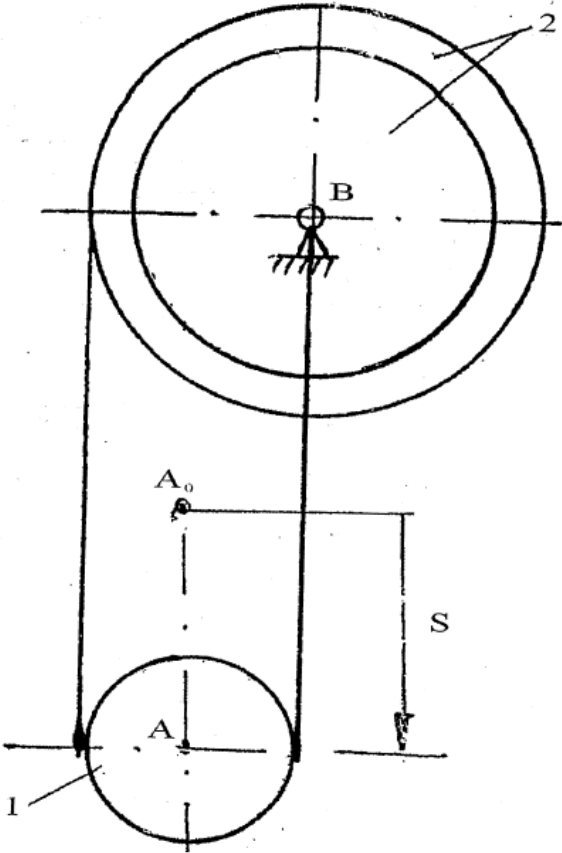
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
6.	Контрольная работа №1	 <p data-bbox="1030 774 2049 885">Угловая скорость кривошипа <math>\omega_1=40</math> с<sup>-1</sup>, <math>OA=0,05</math> м, <math>AB=0,1</math> м, <math>BC=0,7</math> м. Определить скорости и ускорения всех точек и звеньев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

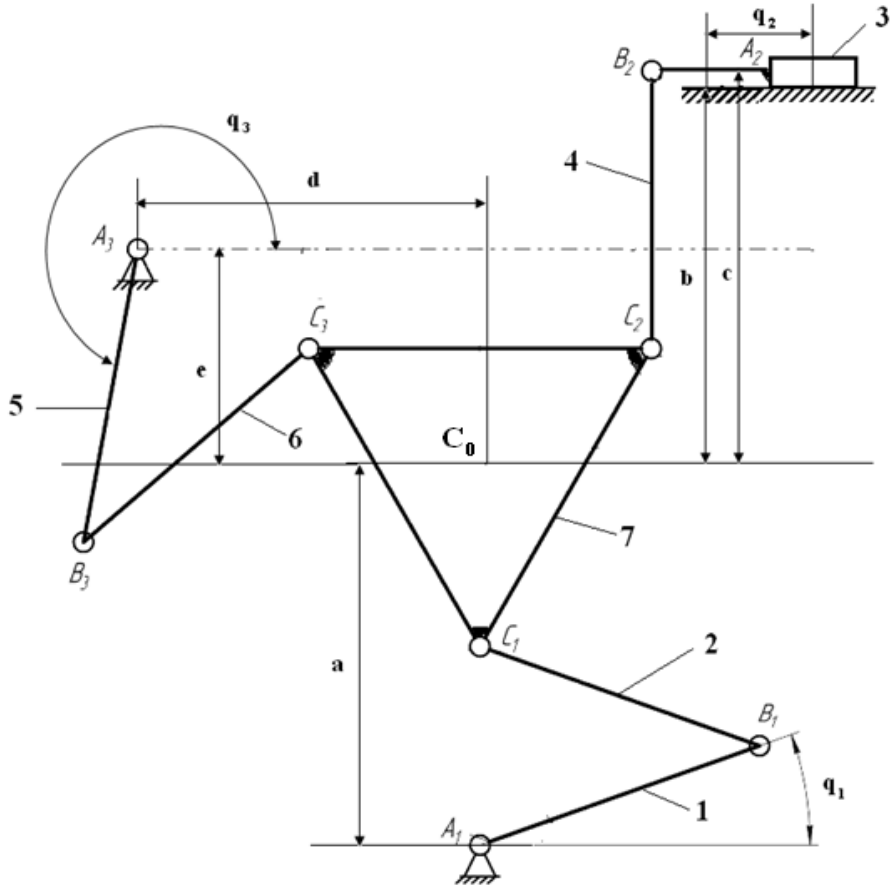


№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
7.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="936 742 1960 869">Угловая скорость кривошипа <math>\omega_1=40 \text{ с}^{-1}</math>, <math>OA=0,05 \text{ м}</math>, <math>AB=0,1 \text{ м}</math>. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
8.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="936 778 2065 906">Угловая скорость кривошипа <math>\omega_1 = 40 \text{ с}^{-1}</math>, <math>OA = 0,05 \text{ м}</math>, <math>AB = 0,1 \text{ м}</math>, <math>BC = 0,7 \text{ м}</math>. Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах.</p>

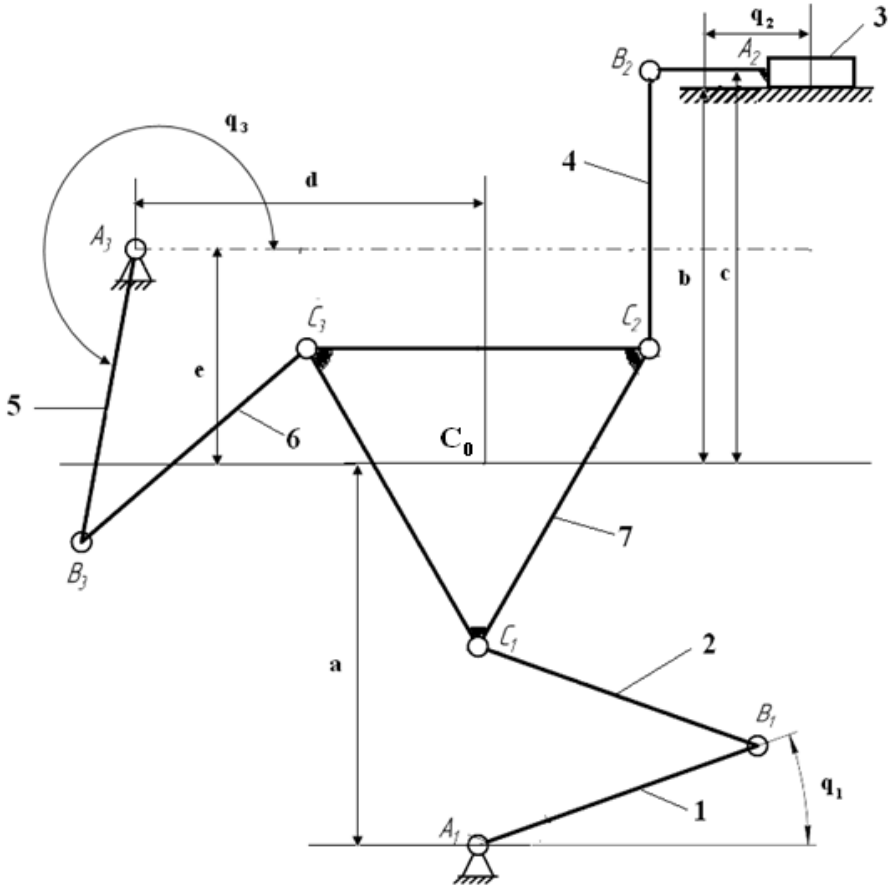
№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
9.	Контрольная работа №2	 <p data-bbox="936 1077 1926 1206">Дано <math>m_1, m_2, r_2, R_2, i_2, \delta, T_0=0</math>.  Определить кинетическую, потенциальную энергию системы,  суммарную работу сил и моментов сил.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
10.	Контрольная работа №2	 <p>The diagram shows a mechanical system. At the top, there are two concentric circles representing wheels. The inner circle has radius <math>r_2</math> and the outer circle has radius <math>R_2</math>. They are fixed together and rotate about a common center <math>B</math>, which is a fixed pivot point. A rope is wound around the inner circle, passes over a pulley at point <math>A_0</math>, and then goes down to a smaller pulley at point <math>A</math>. The pulley at <math>A</math> has radius <math>r_2</math>. A second rope is attached to the center of the pulley at <math>A</math> and goes down to a fixed point on the ground. The distance from the center <math>A_0</math> to the ground is <math>S</math>. The pulley at <math>A</math> is labeled with '1' and the top wheel assembly with '2'.</p> <p>Дано <math>m_1, m_2, r_2, R_2, r_2, i_2, T_0=0</math>.</p> <p>Определить кинетическую, потенциальную энергию системы, суммарную работу сил и моментов сил.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий										
11.	Домашняя работа №1	 <table border="1" data-bbox="1075 1173 1926 1348"> <thead> <tr> <th>Наименование</th> <th>Размеры, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>A_1B_1</math></td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td><math>A_2B_2</math></td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td><math>A_3B_3</math></td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td><math>B_1C_1</math></td> <td>0,2</td> </tr> </tbody> </table>	Наименование	Размеры, м	$A_1B_1$	0,1	$A_2B_2$	0,1	$A_3B_3$	0,1	$B_1C_1$	0,2
Наименование	Размеры, м											
$A_1B_1$	0,1											
$A_2B_2$	0,1											
$A_3B_3$	0,1											
$B_1C_1$	0,2											

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий	
		В <sub>2</sub> С <sub>2</sub>	0,2
		В <sub>3</sub> С <sub>3</sub>	0,2
		С <sub>1</sub> С <sub>2</sub>	0,2
		С <sub>2</sub> С <sub>3</sub>	0,2
		С <sub>1</sub> С <sub>3</sub>	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 <math>q_1, q_2, q_3</math> входных звеньев и координат выходного звена <math>x, y, \varphi</math> в точке <math>C_0</math>. Определить координаты всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при <math>q_1=45^\circ, q_2=0,05 \text{ м}, q_3=45^\circ</math>, значения координат всех точек и звеньев.</p> <p>4) Решить задачу о скоростях. Получить взаимосвязь обобщенных скоростей <math>\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dot{q}_3</math> входных звеньев и скоростей выходного звена <math>\dot{x}, \dot{y}, \dot{\varphi}</math> в точке <math>C_0</math>. 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 <math>q_1=45^\circ</math>, <math>q_2=0,05</math> м, <math>q_3=45^\circ</math>, значения скоростей всех точек и звеньев.</p> <p>5) Решить задачу об ускорениях. Получить взаимосвязь обобщенных ускорений <math>\ddot{q}_1, \ddot{q}_2, \ddot{q}_3</math> входных звеньев и ускорений выходного звена <math>\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{\varphi}</math> в точке <math>C_0</math>. Определить ускорения всех точек и звеньев кинематических цепей в аналитическом виде методом преобразования координат. Найти при <math>q_1=45^\circ</math>, <math>q_2=0,05</math> м, <math>q_3=45^\circ</math>, 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								
12.	Домашняя работа №2	 <p>The diagram shows a mechanism with three links and three revolute joints. Link 1 is the base, link 2 is the connecting rod, and link 3 is the slider. Link 4 is a vertical guide, link 5 is a lever, link 6 is a horizontal link, and link 7 is a connecting rod. Dimensions <math>a</math>, <math>b</math>, <math>c</math>, <math>d</math>, <math>e</math> are shown. Angles <math>q_1</math>, <math>q_2</math>, <math>q_3</math> are indicated. Points <math>A_1</math>, <math>B_1</math>, <math>A_2</math>, <math>B_2</math>, <math>A_3</math>, <math>B_3</math> and centers <math>C_1</math>, <math>C_2</math>, <math>C_3</math>, <math>C_0</math> are labeled.</p> <table border="1" data-bbox="1077 1204 1928 1343"> <thead> <tr> <th>Наименование</th> <th>Размеры, м</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>A_1B_1</math></td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td><math>A_2B_2</math></td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td><math>A_3B_3</math></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 <sub>1</sub> С <sub>1</sub>	0,2
		В <sub>2</sub> С <sub>2</sub>	0,2
		В <sub>3</sub> С <sub>3</sub>	0,2
		С <sub>1</sub> С <sub>2</sub>	0,2
		С <sub>2</sub> С <sub>3</sub>	0,2
		С <sub>1</sub> С <sub>3</sub>	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 <math>q_1=45^\circ</math>, <math>q_2=0,05</math> м, <math>q_3=45^\circ</math>, 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 <math>q_1=45^\circ</math>, <math>q_2=0,05</math> м, <math>q_3=45^\circ</math>, 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>	

## 5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

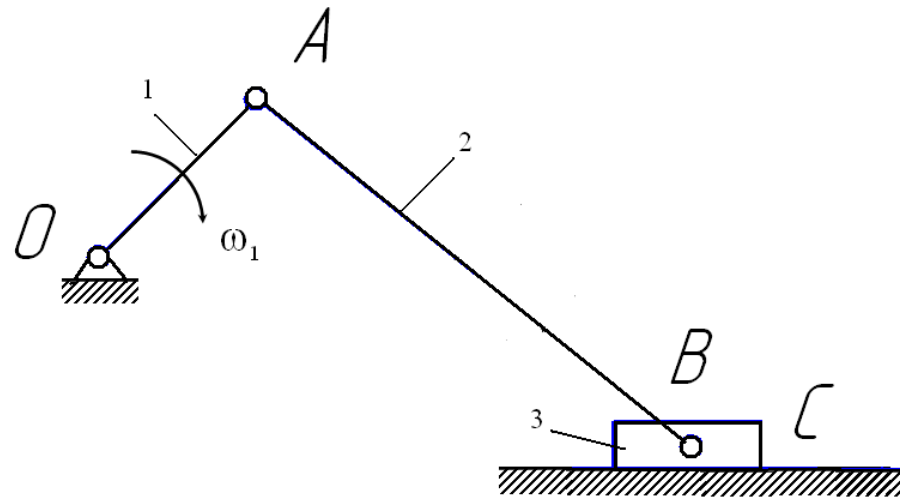
Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Устный опрос	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном 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 теме коллоквиума, слабо владеет понятийным аппаратом, нарушает последовательность в изложении материала.		3
	Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа		2

Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
	обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы.		
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
	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 технической системы. Виды технических систем. 2. Динамика технических систем. Законы динамики. Прямая и обратная задача динамики. Силы и моменты, действующие в технических системах. Принцип Даламбера для технических систем.

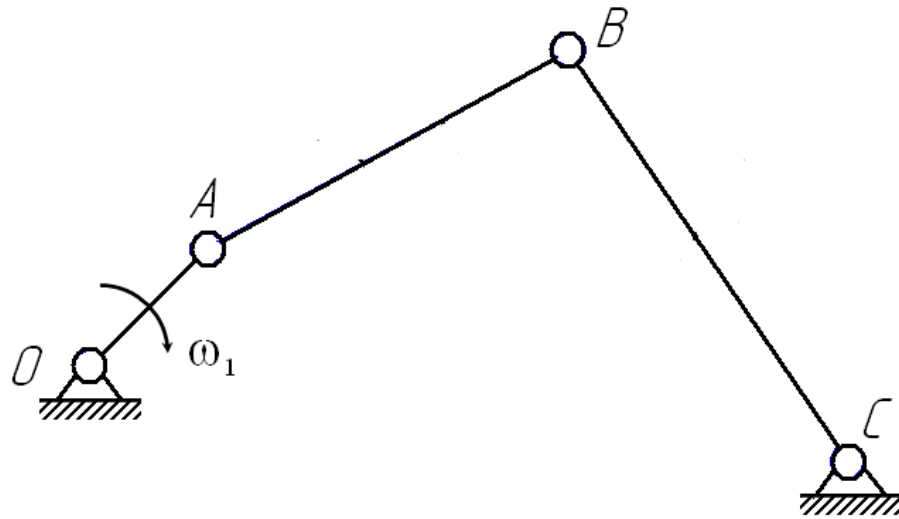
## 3. Задание



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 технических систем.
2. Обобщенные силы. Условия равновесия технических систем в обобщенных координатах.
3. Задание



Угловая скорость кривошипа  $\omega_1=40 \text{ с}^{-1}$ ,  $OA=0,05 \text{ м}$ ,  $AB=0,1 \text{ м}$ ,  $BC=0,7 \text{ м}$ . Провести силовой анализ механизма. Определить реакции в кинематических парах.

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

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Наименование оценочного средства			
Экзамен	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;</li> <li>– свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;</li> <li>– способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих</li> </ul>		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"> <li>– логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;</li> <li>– свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.</li> </ul> <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"> <li>– показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;</li> <li>– недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;</li> <li>– недостаточно логично построено изложение вопроса;</li> <li>– успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,</li> <li>– демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.</li> </ul> <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"> <li>– показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;</li> <li>– не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях</li> </ul>		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
Промежуточная аттестация (экзамен)		отлично хорошо удовлетворительно неудовлетворительно
<b>Итого за семестр</b> 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 Калужская, д.1)	Комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска меловая. Специализированное оборудование: разрывная машина, коперы, машина на кручение, вибростенд, универсальные испытательные машины, установки для исследований,

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.
	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.
<b>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</b>	<b>Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся</b>
– (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» <a href="http://www.e.lanbook.com/">http://www.e.lanbook.com/</a>
2.	«Znaniium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» <a href="http://znaniium.com/">http://znaniium.com/</a>
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znaniium.com» <a href="http://znaniium.com/">http://znaniium.com/</a>

### 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:

<b>№ пп</b>	<b>год обновления РПД</b>	<b>характер изменений/обновлений с указанием раздела</b>	<b>номер протокола и дата заседания кафедры</b>