

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

/ И. А. Давыдов

16.04 20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Теоретическая механика*  
(наименование – полностью)

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»  
(шифр, наименование – полностью)

направленность (профиль/программа/специализация) «Ракетно-космические композитные конструкции»  
(наименование – полностью)

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет: 7 зачетных единиц

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

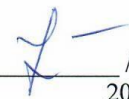
Составитель: Уразбахтин Федор Асхатович, д.т.н., профессор

Ф.И.О.(полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 16.04 2021 г. № 8

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

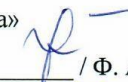
 / Ф. А. Уразбахтин  
16.04 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

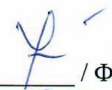
Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 15.04 2021 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии  
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»  
(шифр и наименование полностью)

 / Ф. А. Уразбахтин  
15.04 2021 г.

Руководитель образовательной программы

 / Ф. А. Уразбахтин  
15.04 2021 г.

Аннотация к дисциплине

<b>Название дисциплины</b>	<b>Теоретическая механика</b>
<b>Направление (специальность) подготовки</b>	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
<b>Направленность (профиль/программа/специализация)</b>	Ракетно-космические композитные конструкции
<b>Место дисциплины</b>	Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)
<b>Трудоемкость (з.е. / часы)</b>	7 з.е. / 252 часов
<b>Цель изучения дисциплины</b>	Целью освоения дисциплины является получение обучающимся фундаментальных знаний области механики движения и взаимодействия твердых тел, формирование научного инженерного мышления, а также воспитание научного подхода к постановке и решению прикладных задач и приобщение к общей технической культуре будущего инженера.
<b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</b>	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
<b>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</b>	<p><b>А. Статика</b> Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела. Сходящиеся силы и пары сил. Преобразование и равновесие произвольной пространственной системы сил. Частные случаи системы сил. Центр параллельных сил и центр тяжести. Трение твердых тел</p> <p><b>Б. Кинематика.</b> Основные определения кинематики точки. Кинематика точки в криволинейных координатах. Простейшие движения твердого тела. Плоскопараллельное движение твердого тела. Сложное движение точки. Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения. Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае. Кинематика сложных движений твердого тела.</p> <p><b>В. Динамика.</b> Основные положения динамики. Задачи и уравнения динамики материальной точки. Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки. Колебательные движения материальной точки. Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии. Принцип Даламбера и метод кинетостатики.</p> <p><b>Г. Аналитическая механика.</b> Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку.</p> <p><b>Д. Спецглавы.</b> Основы теории удара. Основы теории гироскопа. Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы</p>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Экзамен/Экзамен

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** освоения дисциплины является получение обучающимся фундаментальных знаний области механики движения и взаимодействия твердых тел, формирование научного инженерного мышления, а также воспитание научного подхода к постановке и решению прикладных задач и приобщение к общей технической культуре будущего инженера.

**Задачи** дисциплины:

- формирование у студентов знаний, умений, навыков и компетенций в области оценки исторического пути развития ракетостроения;
- изучить широкий круг природных процессов, связанных с механическим движением материальных объектов и лежащих в основе работы различных механизмов;
- усвоить основные физические законы движения и равновесия твердых тел, а также понятия, принципы, теоремы теоретической механики;
- раскрыть роль фундаментальных принципов и методов теоретической механики;
- научить использовать современный математический аппарат для решения конкретных задач динамики, статики и кинематики;
- раскрыть роль теоретической механики как базы инженерного образования;
- закрепить знания, полученные при изучении векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, элементов тензорного анализа и других дисциплин математического направления.

## 2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы **Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины**

№ п/п	Знания
1	Основных понятий, физических законов, принципов механического движения и твердых тел.
2	Основных законов движения и равновесия твердых тел, материальной точки и механической системы.
3	Места теоретической механики среди естественных наук.

**Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины**

№ п/п	Умения
1	Анализировать и объяснять механические явления, исходя из физических законов и теорем механики
2	Видеть в каждой механической системе ее расчетную модель.
3	Математически формализовать механические процессы, составлять и решать задачи по определению основных физических параметров.
4	Решать инженерные задачи и осуществлять проектирование новых машин и конструкций ракетной техники.

**Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины**

№ п/п	Навыки
1	Применения основных законов и методов механики к решению прикладных задач.
2	Формирования постановки инженерных задач, связанных с расчетом простейших конструкций и механизмов, в том узлов и агрегатов ракетной техники.
3	Применения методы анализа и исследования статики, кинематики и динамики точки, абсолютного твердого тела и механической системы.

4	Практического применения методов составления и решения конкретных инженерных задач, описывающих физические процессы, связанные с механическими явлениями.
---	---

#### Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индикаторы	Знания	Умения	Навыки
<b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	<b>ОПК-1.1. Знать:</b> - аппарат решения научных и технических задач в области ракетной техники – начертательной геометрии, инженерной графики, высшей математики, теории вероятности, математической статистики, физики, химии, колебаний, теоретической механики, механики жидкости и газа, термодинамики и теплопередачи, электротехники и электроники, сопротивления материалов; - методы и способы решения задач практических задач по определению основных физических, химических, тепловых, электрических параметров; - основы проектирования зубчатых передач, муфт, неразъёмных и разъёмных соединений, а также и технологии создания материалов.	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4
	<b>ОПК-1.2. Уметь:</b> - применять аппарат высшей математики, теории вероятности и математической статистики, математической логики в решении задач колебаний, механики твердого, жидкого и газообразного тела; - использовать приемы и способы решения задач, связанных с электротехникой, электроникой, термодинамикой, теплопередачей; - проводить исследования элементов ракетной техники с точки зрения используемых материалов и колебательных процессов. <b>ОПК-1.3. Владеть:</b>	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4

	- аппаратом решения прикладных и научных задач; - навыками решения задач описывающих химические физические, тепловые, электрические и информационные процессы. - методами составления алгоритмов для решения технических задач на вычислительной технике, построения и определения размеров геометрических фигур.	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4
--	---	-------	---------	---------

### 3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП.

Дисциплина изучается на 1,2 курсах во 2,3 семестре(ах).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей): Физика, Высшая математика, Инженерная графика \_\_\_\_\_.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): Строительная механика ракет; Расчет на прочность, жесткость и устойчивость элементов ракеты; Основы устройства ракет; Конструирование ракет; Проектирование ракет \_\_\_\_\_  
*наименование последующих(ей) учебных(ой) дисциплин(ы) (модулей(я))*

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Структура дисциплин

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная				СРС		
				лек	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	
1	Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела	2	2	2						
2	Сходящиеся силы и пары сил	8	2	1	2			5		
3	Преобразование и равновесие произвольной пространственной системы сил. Частные случаи системы сил	15	2	2		4		5		
4	Центр параллельных сил и центр тяжести	8	2	1	2			5		
5	Трение твердых тел	8	2	1	2			5		
6	Основные определения кинематики	8	2	2	2			5		

	точки								
7	Кинематика точки в криволинейных координатах	10	2	1		4		5	
8	Простейшие движения твердого тела	8	2	1	2			5	
9	Плоскопараллельное движение твердого тела	10	2	1		4		5	
10	Сложное движение точки.	8	2	1	2			5	
11	Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения.	8	2	1	2			5	
12	Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае	8	2	1	2			5	
13	Кинематика сложных движений твердого тела	10	2	1		4		5	
	Экзамен	36	2				0,4	35,6	Экзамен выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости или проводится в устной форме по билетам
14	Основные положения динамики	2	3	2					
15	Задачи и уравнения динамики материальной точки	2	3	2					
16	Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки	6	3	2		2		2	
17	Колебательные движения материальной точки	8	3	2		2		4	
18	Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс	4	3	2		2			
19	Теорема об изменении количества движения	4	3	2		2			
20	Теорема об изменении кинетического момента	10	3	4		2		4	
21	Теорема об изменении кинетической	6	3	2		2		2	

	энергии.								
22	Принцип Даламбера и метод кинетостатики.	4	3	2		2			
23	Принцип возможных перемещений.	6	3	2				4	
24	Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах	4	3	2				2	
25	Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку	2	3	2					
26	Основы теории удара	8	3	2		2		4	
27	Основы теории гироскопа	2	3	2					
28	Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы	4	3	2				2	
	Экзамен	36					0,4	35,6	Экзамен выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости или проводится в устной форме по билетам
	Итого:	252		48	16	32	0,8	155,2	

#### 4.2. Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма контроля
1	Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,3	1,2,3	1,2,3	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе С1.
2	Сходящиеся силы и пары сил.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2	2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе С2, С3
3	Преобразование и равновесие пространственной произвольной системы сил. Частные случаи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2	1,2,3,4	1,2,3	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе С4,



						C5.
4	Центр параллельных сил и центр тяжести.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	2,3,4	1,2,3	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе С6, С7.
5	Трение твердых тел.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе С8.
6	Основные определения кинематики точки.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К1
7	Кинематика точки в криволинейных координатах.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2	1,2,3	1,2,3	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К2
8	Простейшие движения твердого тела.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К3
9	Плоскопараллельное движение твердого тела.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К4
10	Сложное движение точки.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К5
11	Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К6
12	Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К7

13	Кинематика сложных движений твердого тела.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по практической и лабораторной работе К8
14	Основные положения динамики.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д1
15	Задачи и уравнения динамики материальной точки.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д2
16	Колебательные движения материальной точки	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д3
17	Колебательные движения материальной точки.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д4
18	Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д5
19	Теорема об изменении количества движения	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д6
20	Теорема об изменении кинетического момента	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д7
21	Теорема об изменении кинетической энергии	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д8
22	Принцип Даламбера и метод кинестатики	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	2,3	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д9
23	Принцип возможных перемещений	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций.

24	Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д10
25	Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д11
26	Основы теории удара.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4	Конспект лекций. Отчет по лабораторной работе Д12
27	Основы теории гироскопа.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3	Конспект лекций.
28	Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	1,2,3	1,2,3,4	1,3,4	Конспект лекций.

#### 4.3. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоёмкость (час)
1.	1	<b>Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела.</b> Основные определения. Аксиомы 1 и 2 об уравновешенных силах. Теорема о соответствии силы скользящему вектору. Момент силы относительно точки. Алгебраический момент силы. Аксиома 3 - правило параллелограмма сил. Аксиома 4 о равенстве действия и противодействия. Аксиома 5 о затвердевании. Аксиома об освобождаемости от связей и основные их типы и реакции.	2
2.	2	<b>Сходящиеся силы и пары сил.</b> Сходящиеся силы. Приведение сходящихся сил к простейшему виду. Вычисление и построение равнодействующей. Условия равновесия сходящихся сил. Теорема о трех силах. Теорема Вариньона. Пара сил и ее момент. Свойства пары сил. Приведение системы пар сил к простейшему виду или сложение пар сил.	1
3.	3	<b>Преобразование и равновесие пространственной произвольной системы сил. Частные случаи системы сил.</b> Момент силы относительно оси. Аналитический и геометрический способы вычисления момента. Преобразование пространственной произвольной системы сил. Лемма о параллельном переносе силы.	2

		Приведение пространственной произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент. Основная теорема статики. Вычисление и построение главного вектора и главного момента. Перемена центра приведения. Случай приведения к простейшему виду - к паре, к равнодействующей, к динаме. Условия (уравнения) равновесия пространственной произвольной системы сил. Частные случаи системы сил: плоская система сил, система параллельных сил, равновесие системы тел.	
4	4	<b>Центр параллельных сил и центр тяжести.</b> Центр параллельных сил. Распределенные силы. Центр тяжести. Интегральные формулы для координат центра тяжести. Методы разбиения и отрицательных масс. Центры тяжести простейших фигур.	2
5	5	<b>Трение твердых тел.</b> Трение покоя и трение скольжения. Законы Кулона. Угол и конус трения. Равновесие тела на шероховатой поверхности. Трение качения. Решение задач статики при учете сил трения. Заклинивание.	1
6	6	<b>Основные определения кинематики точки.</b> Основные определения кинематики точки. Определение траектории, скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения. Определение траектории, скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения: естественные координатные оси и их орты; Определение скорости, ускорения. Скорость и ускорение точки в полярных координатах.	1
7	7	<b>Кинематика точки в криволинейных координатах.</b> Общие положения. Определение скорости точки в криволинейных координатах. Определение ускорения точки в криволинейных координатах.	1
8	8	<b>Простейшие движения твердого тела.</b> Теорема о скоростях точек тела. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение: уравнение вращательного движения; угловая скорость и угловое ускорение тела. Траектории, скорости и ускорения точек тела. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Векторные формулы для линейной скорости, касательного и нормального ускорений точки тела	1
9	9	<b>Плоскопараллельное движение твердого тела.</b> Уравнение движения. Угловая скорость и угловое ускорение тела при плоскопараллельном движении. Определение скоростей точек тела. Метод полюса. Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры через мгновенный центр скоростей. Различные случаи определения положения мгновенного центра скоростей. Определение ускорений точек тела. Мгновенный центр ускорения. Способы вычисления.	1
10	10	<b>Сложное движение точки.</b>	1

		Основные понятия и определения. Теорема сложения скоростей в сложном движении точки. Теорема сложения ускорений. Причины появления ускорения Кориолиса. Вычисление и построение ускорения Кориолиса. Частный случай теоремы о сложении ускорений при поступательном переносном движении.	
11	11	<b>Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения.</b> Углы Эйлера. Уравнение вращения тела вокруг неподвижной точки. Теорема о конечном перемещении тела, имеющего одну неподвижную точку. Мгновенная ось вращения. Аксоиды.	1
12	12	<b>Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае</b> Вывод соотношения между полной и локальной производными (формулы Бура). Кинематическая теорема Кориолиса. Методы построения и вычисления ускорения Кориолиса. Построение ускорения Кориолиса по методу Жуковского.	1
13	13	<b>Кинематика сложных движений твердого тела.</b> Сложение поступательных движений. Сложение вращательных движений твердого тела. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.	1
14	14	<b>Основные положения динамики.</b> Основные определения. Аксиомы динамики.	2
15	15	<b>Задачи и уравнения динамики материальной точки.</b> Две основные задачи динамики точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Способы решения основных задач динамики точки.	2
16	16	<b>Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки</b> Дифференциальное уравнение и начальные условия прямолинейного движения. Определение закона движения точки под действием силы, зависящей только от времени. Определение закона движения точки под действием силы, зависящей только от положения. О нахождении закона движения при постоянной силе и силе, зависящей только от скорости.	2
17	17	<b>Колебательные движения материальной точки.</b> Свободные гармонические колебания материальной точки. Затухающие колебания материальной точки. Вынужденные колебания материальной точки с учетом и без учета трения. Явление резонанса.	2
18	18	<b>Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс</b> Механическая система. Масса и центр масс системы. Момент инерции относительно оси. Моменты инерции относительно координатных осей. Моменты инерции твердого тела. Осевые моменты инерции некоторых твердых тел. Радиус инерции. Главные оси инерции. Классификация сил, действующих на точки системы. Свойства внутренних сил. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс. Законы сохранения движения центра масс.	2
19	19	<b>Теорема об изменении количества движения</b> Основные динамические величины механической системы. Теорема об изменении количества движения. Законы сохранения количества движения. О вычислении количества дви-	2

		жения. Интегральная форма теоремы об изменении количества движения.	
20	20	<b>Теорема об изменении кинетического момента</b> Кинетический момент. Теорема об изменении кинетического момента. Законы сохранения кинетического момента. Кинетический момент твердого тела. Дифференциальные уравнения движения твердого тела. Физический маятник и его малые колебания.	2
21	21	<b>Теорема об изменении кинетической энергии</b> Работа силы. Работа силы тяжести. Работа силы упругой пружины. Работа силы трения скольжения. Работа сил пар сил трения качения. Потенциальные силы. Вычисление потенциальной энергии. Теорема об изменении кинетической энергии. Вычисление кинетической энергии твердого тела. Решение задач при помощи теоремы об изменении кинетической энергии.	4
22	22	<b>Принцип Даламбера и метод кинестатики</b> Принцип Даламбера для материальной точки. Принцип Даламбера для механической системы. Определение главного вектора и главного момента сил инерции твердого тела. Поступательное движение тела с ускорением. Вращательное движение тела. Плоскопараллельное движение тела.	2
23	23	<b>Принцип возможных перемещений</b> Возможные перемещения. Уравнения связей. Классификация связей по виду их уравнений. Связи идеальные и неидеальные. Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений.	2
24	24	<b>Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах</b> Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах.	2
25	25	<b>Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку.</b> Динамические характеристики. Динамические дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Интегрирование уравнений движения. Случаи Эйлера и Лагранжа. Определение силы реакции в неподвижной точке.	2
26	26	<b>Основы теории удара.</b> Общие положения. Действие ударной силы на материальную точку. Теорема об изменении количества движения и движения центра масс системы при ударе. Теорема об изменении кинетического момента системы при ударе. Теорема об изменении кинетической энергии системы при ударе. Удар двух тел. Центр удара.	2
27	27	<b>Основы теории гироскопа.</b> Приближенная теория гироскопа. Регулярная прецессия гироскопа. Регулярная прецессия тяжелого гироскопа. Устойчивость вращения уравновешенного гироскопа вокруг главных осей инерции.	2
28	28	<b>Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы.</b> Основные понятия. Первые интегралы уравнений движения.	2

		Определение траектории. Исследование траектории. Формулы первых космических скоростей. Сближение управляемых спутников Земли. Дифференциальные уравнения движения точки переменной массы. Задачи Циолковского.	
	<b>Всего</b>		<b>48</b>

#### 4.4. Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1.	2	Связи и их реакции: Понятие связи. Виды связей, их реакции. Разложение силы на составляющие, параллельные декартовым осям. Моменты сил: Момент силы относительно декартовых осей. Момент силы относительно центра.	2
2.	4	Определение центра тяжести твердого тела: Методы определения центров тяжести твердого тела. Формулы, используемые для определения координат центра тяжести некоторых тел простейшей формы.	2
3.	5	<i>Равновесие тела и системы тел под действием произвольной системы сил с учетом трения: реакция шероховатой поверхности. Трение сцепления и трение качения. Равновесие тела и системы тел с учетом трения.</i>	2
4	6	Кинематика точки: Три способа задания движения точки. Определение траектории, скорости и ускорения точки при векторном и естественном способах задания движения.	2
5.	8	Поступательное и вращательное движение твердого тела: Уравнения движения, скорости и ускорения точек тела при его поступательном и вращательном движениях.	2
6.	10	Сложное движение точки: Относительное, переносное и абсолютное движение точки. Подвижная и неподвижная системы отсчета. Определение составляющих скоростей точки. Определение ускорения точки и его составляющих (переносного, относительного и ускорения Кориолиса).	2
7.	11	<i>Плоское движение твердого тела: Разложение плоского движения на поступательное и вращательное. Определение скоростей точек тела с помощью теоремы сложения скоростей, мгновенного центра скоростей и теоремы о проекциях скоростей точек тела на прямую, проходящую через эти точки.</i>	2
8.	12	<i>Общий случай движения: Сферическое движение твердого тела. Определение кинематических характеристик движения твердого тела и его точек по уравнениям Эйлера.</i>	2
	<b>Всего</b>		<b>16</b>

#### 4.5. Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1.	3	Равновесие тела под действием плоской произвольной системы сил: геометрические и аналитические условия	4

		равновесия произвольной плоской системы сил. Различные формы уравнений равновесия. Особенности рассмотрения равновесия системы тел под действием произвольной системы сил. Равновесие плоских ферм аналитическим и графическим методами. Определение усилий в стержнях ферм способом вырезания узлов и способом Риттера.	
2.	7	Сферическое движение точки: Векторы угловой скорости и углового ускорения. Мгновенная ось вращения. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела.	4
3	9	<i>Плоскопараллельное движение точки:</i> Кинематический анализ плоского механизма. Определение кинематических характеристик многосвязного механизма.	4
3.	13	<i>Поступательное и вращательное движение твердого тела:</i> Сложение движений. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.	4
4	16	<i>Динамика абсолютного движения</i> материальной точки.	2
5	17	Малые колебания с одной степенью свобод.	2
6	18	Теорема о движении центра масс.	2
7	19	Количество движения точки и механической системы.	2
8	20	<i>Кинетический момент</i> механической системы.	2
9	21	Задачи об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.	2
10	22	Принцип Даламбера.	2
11	26	<i>Удар</i>	2
	<b>Всего</b>		<b>32</b>

## **5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине**

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся (*формы текущего контроля приводятся согласно таблице 4.2.*):

- защиты лабораторных и практических работ;
- экзамены.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен в каждом семестре.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### ***а) основная литература:***

1. Игнатъева Т.В. Теоретическая механика. Статика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.В. Игнатъева, Д.А. Игнатъев. Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2018. -101 с. Режим доступа (по паролю): <http://www.iprbookshop.ru/72539.html>.
2. Красюк А.М. Теоретическая механика. Конспект лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.М. Красюк. Электрон. текстовые данные. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. -138с. Режим доступа (по паролю): <HTTP://WWW.IPRBOOKSHOP.RU/45438.HTML>.
3. Красюк А.М. Теоретическая механика. Сборник заданий [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Красюк. Электрон. текстовые данные. -Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. -92 с. Режим доступа (по паролю): <http://www.iprbookshop.ru/45439.html>



4. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие для техн. вузов /Под общ. ред. А.А. Яблонского. -М.: Интеграл-Пресс, 2008.-382с.

**б) дополнительная литература:**

5. Жилин П.А. Теоретическая механика. Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 146 с.

6. Теоретическая механика. – Электронный ресурс: Лекторий. <http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhysics-TheoreticalMechanics-14L>. Доступ свободный.

7. Теоретическая механика. – Электронный ресурс: электронный учебный курс. - <http://www.teoretmech.ru/> - Доступ свободный.

8. Митюшов, Е. А. Теоретическая механика. Статика. Кинематика. Динамика [Электронный ресурс] / Е. А. Митюшов, С. А. Берестова. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 176 с. — 5-93972-067-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16632.html>

**в) методические указания:**

9. Физический: основы механики. Методические указания к лаб. раб. / Сост. Т.В. Кривко, Н.В. Орлова, Т.Л. Сандиминова. -Самара: Изд-во СГАУ, 2007.-84 с.

10. Определение ускорения силы тяжести с помощью математического и оборотного маятников. Методические указания /Т.В.Кривко. -Самара: Изд-во СГАУ, 2007.

11. Исследование движения материальной точки. Методические указания/ Ф.А.Уразбахтин. – Ижевск: изд-во ИЖГТУ, 2010. -24с.

12. Малые колебания систем с одной степенью свободы/ Ф.А.УРАЗБАХТИН. – Ижевск: изд-во ИЖГТУ, 2011. -28с.

**г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:**

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://istu.ru/material/elektronno-bibliotechnaya-sistema-iprbooks>.

2. Электронный каталог научной библиотеки ИЖГТУ имени М.Т. Калашникова Web ИРБИС [http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS).

3. Национальная электронная библиотека – <http://нэб.рф>.

4. Мировая цифровая библиотека – <http://www.wdl.org/ru/>.

5. Международный индекс научного цитирования Web of Science – <http://webofscience.com>.

6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Справочно-правовая система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/>.

**д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- Microsoft Office (лицензионное ПО)
- SMathStudio (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн - трансляторы алгоритмических языков программирования
- GPSS world for students (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн – калькуляторы различных типов

**1. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

**1. Лекционные занятия**

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации.

**2. Практические занятия и лабораторные работы.**

Учебная аудитория (ауд. № 219, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1) для практических занятий укомплектована

специализированной мебелью и компьютерными средствами обучения (ПК) с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова».

### *3. Самостоятельная работа*

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (ауд. № 224, адрес: 427430, Удмуртская Республика, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

# Оценочные средства

по дисциплине

Введение в специальную технику

(наименование – полностью)

специальность 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

код, наименование – полностью

специализация) Ракетно-космические композитные конструкции

наименование – полностью

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная

очная/очно-заочная/заочная

общая трудоемкость дисциплины составляет: 7 зачетных единиц(ы)

## 1. Оценочные средства

Оценивание формирования компетенций производится на основе результатов обучения, приведенных в п. 2 рабочей программы и ФОС. Связь разделов компетенций, индикаторов и форм контроля (текущего и промежуточного) указаны в таблице 4.2 рабочей программы дисциплины.

Оценочные средства соотнесены с результатами обучения по дисциплине и индикаторами достижения компетенций представлены ниже.

Коды компетенции и индикаторов	Результат обучения (знания, умения и навыки)	Формы текущего и
<p><b>ОПК-1.</b> Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аппарат решения научных и технических задач в области ракетной техники – начертательной геометрии, инженерной графики, высшей математики, теории вероятности, математической статистики, физики, химии, колебаний, теоретической механики, механики жидкости и газа, термодинамики и теплопередачи, электротехники и электроники, сопротивления материалов;</li> <li>- методы и способы решения задач практических задач по определению основных физических, химических, тепловых, электрических параметров;</li> <li>- основы проектирования зубчатых передач, муфт, неразъемных и разъемных соединений, а также и технологии создания материалов.</li> </ul>	<p>Защита практических работ Экзамен</p>
	<p>ОПК-1.2. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять аппарат высшей математики, теории вероятности и математической статистики, математической логики в решении задач колебаний, механики твердого, жидкого и газообразного тела;</li> <li>- использовать приемы и способы решения задач, связанных с электротехникой, электроникой, термодинамикой, теплопередачей;</li> <li>- проводить исследования элементов ракетной техники с точки зрения используемых материалов и колебательных процессов.</li> </ul>	<p>Защита практических работ Экзамен</p>

	<p>ОПК-1.3. Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аппаратом решения прикладных и научных задач;</li> <li>- навыками решения задач описывающих химические физические, тепловые, электрические и информационные процессы.</li> <li>- методами составления алгоритмов для решения технических задач на вычислительной технике, построения и определения размеров геометрических фигур.</li> </ul>	<p>Защита практических работ Экзамен</p>
--	--	--

*Описание элементов для оценивания формирования компетенций*

**Наименование: экзамен / экзамен**

**Перечень вопросов для проведения экзамена (2 семестр)**

1. Основные определения статики.
2. Аксиомы 1 и 2 об уравновешенных силах.
3. Теорема о соответствии силы скользящему вектору.
4. Момент силы относительно точки. Алгебраический момент силы.
5. Аксиомы 3 и 4 - правило параллелограмма сил и о равенстве действия и противодействия.
6. Аксиомы 5 и 6 - о затвердевании и об освобождаемости от связей и основные их типы и реакции.
7. Сходящиеся силы. Приведение сходящихся сил к простейшему виду.
8. Вычисление и построение равнодействующей. Условия равновесия сходящихся сил..
9. Теорема о трех силах.
10. Теорема Вариньона.
11. Пара сил и ее момент. Свойства пары сил.
12. Приведение системы пар сил к простейшему виду или сложение пар сил.
13. Момент силы относительно оси.
14. Аналитический и геометрический способы вычисления момента.
15. Преобразование пространственной произвольной системы сил.
16. Лемма о параллельном переносе силы.
17. Приведение пространственной произвольной системы сил к данному центру.
18. Главный вектор и главный момент. Основная теорема статики.
19. Способы вычисления и построения главного вектора и главного момента.
20. Перемена центра приведения.
21. Случаи приведения к простейшему виду - к паре, к равнодействующей, к динаме.
22. Условия (уравнения) равновесия пространственной произвольной системы сил.
23. Частные случаи системы сил: плоская система сил, система параллельных сил, равновесие системы тел.
24. Центр параллельных сил. Распределенные силы.
25. Центр тяжести. Интегральные формулы для координат центра тяжести.
26. Методы разбиения и отрицательных масс. Центры тяжести простейших фигур.
27. Трение покоя и трение скольжения. Законы Кулона.
28. Угол и конус трения. Равновесие тела на шероховатой поверхности.
29. Трение качения
- \*\*\*
30. Основные определения кинематики точки.
31. Определение траектории, скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения.

32. Определение траектории, скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
33. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения: естественные координатные оси и их орты.
34. Скорость и ускорение точки в полярных координатах.
35. Теорема о скоростях точек тела.
36. Поступательное движение твердого тела.
37. Вращательное движение: уравнение вращательного движения; угловая скорость и угловое ускорение тела.
38. Траектории, скорости и ускорения точек тела.
39. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела.
40. Векторные формулы для линейной скорости, касательного и нормального ускорений точки тела
41. Уравнение движения.
42. Угловая скорость и угловое ускорение тела при плоскопараллельном движении.
43. Определение скоростей точек тела. Метод полюса.
44. Мгновенный центр скоростей. Различные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.
45. Определение ускорений точек тела. Мгновенный центр ускорения. Способы вычисления.
46. Основные понятия и определения сложного движения точки.
47. Теорема сложения скоростей в сложном движении точки.
48. Теорема сложения ускорений.
49. Причины появления ускорения Кориолиса. Вычисление и построение ускорения Кориолиса.
50. Частный случай теоремы о сложении ускорений при поступательном переносном движении.
51. Углы Эйлера. Уравнение вращения тела вокруг неподвижной точки.
52. Теорема о конечном перемещении тела, имеющего одну неподвижную точку.
53. Сложение поступательных движений.
54. Сложение вращательных движений твердого тела.
55. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела.
56. Кинематические уравнения Эйлера.

***Перечень вопросов для проведения экзамена (3 семестр)***

- 1 Основные определения. Аксиомы динамики.
2. Две основные задачи динамики точки.
3. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
4. Способы решения основных задач динамики точки.
5. Дифференциальное уравнение и начальные условия прямолинейного движения.
6. Определение закона движения точки под действием силы, зависящей только от времени.
7. Определение закона движения точки под действием силы, зависящей только от положения.
8. Определение закона движения при постоянной силе и силе, зависящей только от скорости.
9. Механическая система. Масса и центр масс системы.
10. Момент инерции относительно оси. Моменты инерции относительно координатных осей.
11. Радиус инерции. Главные оси инерции.
12. Классификация сил, действующих на точки системы. Свойства внутренних сил.
13. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
14. Теорема о движении центра масс.

15. Законы сохранения движения центра масс.
16. Свободные гармонические колебания материальной точки.
17. Вынужденные колебания материальной точки с учетом.
18. Явление резонанса.
19. Центр масс системы. Моменты инерции.
20. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей.
21. Определение момента инерции тела относительно оси.
22. Основные динамические величины механической системы.
23. Теорема об изменении количества движения.
24. Законы сохранения количества движения.
25. Интегральная форма теоремы об изменении количества движения.
26. Кинетический момент.
27. Теорема об изменении кинетического момента.
28. Законы сохранения кинетического момента.
29. Кинетический момент твердого тела.
30. Дифференциальные уравнения движения твердого тела.
31. Работа силы. Работа силы тяжести. Работа силы упругой пружины.
32. Работа силы трения скольжения. Работа сил пар сил трения качения.
33. Потенциальные силы. Вычисление потенциальной энергии.
34. Теорема об изменении кинетической энергии.
35. Принцип Даламбера.
36. Определение главного вектора и главного момента сил инерции твердого тела.
37. Поступательное движение тела с ускорением.
38. Вращательное движение тела.
39. Плоскопараллельное движение тела.
40. Возможные перемещения.
41. Уравнения связей. Классификация связей по виду их уравнений. Связи идеальные и неидеальные.
42. Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений.
43. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики.
44. Обобщенные силы и обобщенные координаты.
45. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах.
46. Динамические характеристики.
47. Динамические дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки.
48. Определение силы реакции в неподвижной точке.
49. Общие положения. Действие ударной силы на материальную точку.
50. Теорема об изменении количества движения и движения центра масс системы при ударе.
51. Удар двух тел. Центр удара.

**Вопросы к собеседованию по материалам практических занятий:**

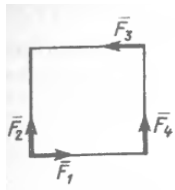
### 2 семестр

а) на темы «*Основные понятия статики; Определения и аксиомы статики твердого тела; Сходящиеся силы и пары сил; Преобразование и равновесие произвольной пространственной системы сил; Частные случаи системы сил; Центр параллельных сил и центр тяжести; Трение твердых тел.*»:

Решение задач:

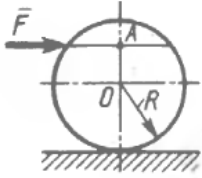
#### Статика. Вариант № 1.

**Вопрос 1.** Равнодействующая  $R$  к двух равных по модулю сходящихся сил  $F^1 = F^2 = 15$  Н направлена по оси  $Oy$  и равна по модулю 10 Н. Определить в градусах угол  $\alpha$ , образованный вектором силы  $F^1$  с положительным направлением оси  $Ox$ .



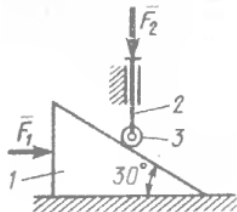
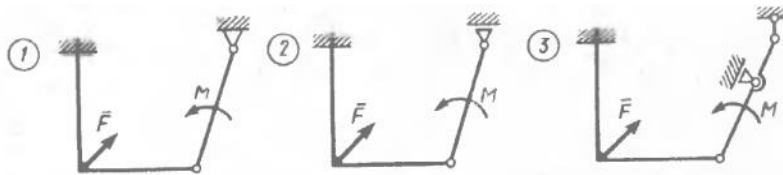
**Вопрос 2.** Определить косинус угла между вектором силы  $\vec{F}$  и осью координат Oz, если сила (Н)  $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$ .

**Вопрос 3.** К квадрату приложена система четырех сил, причем силы  $F_1 = F_2 = F_3 = 1$  Н. Определить модуль силы  $F_4$ , при которой равнодействующая системы  $R = 2$  Н.

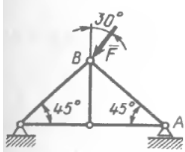


**Вопрос 4.** К однородному катку весом 2 кН приложена горизонтальная сила F. Определить наибольший модуль силы F, при котором каток не скользит и не катится, если коэффициент трения качения  $\delta = 0,006$  м, коэффициент трения скольжения  $f = 0,2$ , радиус  $R = 0,6$  м, размер  $OA = 0,4$  м.

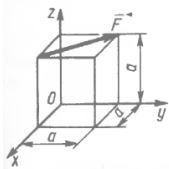
**Вопрос 5.** Укажите номер статически определимой системы.



**Вопрос 6.** На призму 1 действует сила  $F_1 = 100$  Н. Определить силу  $F_2$ , которую необходимо приложить к стержню 2, шарнирно связанному с роликом 3 для равновесия системы.

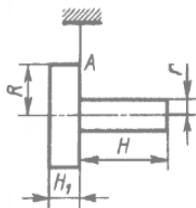


**Вопрос 7.** Определить усилие в стержне AB. Сила  $F = 40$  Н.



**Вопрос 8.** Определить момент силы  $\vec{F}$  относительно оси Ox, если ее значение  $F = 16$  Н, ребро куба  $a = 0,75$  м.

**Вопрос 9.** К телу приложена сила, момент которой относительно начала координат  $M_o = 170$  Нм. Определить в градусах угол  $\beta$  между вектором момента  $\vec{M}_o$  и осью Oy, если его проекция на эту ось  $M_y = 85$  Нм.



**Вопрос 10.** Определить высоту H однородного цилиндра, при которой ось симметрии тела, состоящего из двух цилиндров и подвешенного в точке A, будет горизонтальной. Высота цилиндра  $H_1 = 0,5$  м, радиус  $R = 3r$ .

б) на темы «Кинематика точки; Поступательное и вращательное движение твердого тела; Сложное движение точки; Поступательное и вращательное движение твердого тела:»:

Решение задач:

#### Кинематика. Вариант № 1.

**Вопрос 1.** Заданы уравнения движения точки  $x = \sin(t)$ ,  $y = \cos(t)$ . Определить ближайший момент времени, когда радиус-вектор точки, проведенный из начала координат, образует угол  $45^\circ$  с осью Ox.

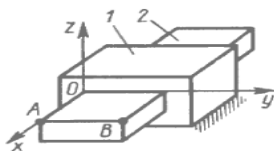


**Вопрос 2.** Точка движется по прямой с ускорением  $a = 0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить, за какое время будет пройдено расстояние 9 м, если при  $t_0 = 0$  скорость  $V_0 = 0$ .

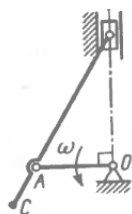
**Вопрос 3.** Точка движется по заданной траектории со скоростью  $V = 5 \text{ м/с}$ . Определить криволинейную координату  $s$  точки в момент времени  $t = 18 \text{ с}$ , если при  $t_0 = 0$  значение координаты  $s_0 = 26 \text{ м}$ .

**Вопрос 4.** Центрифуга для тренировки космонавтов устроена так, что центр кабины с человеком находится на расстоянии  $r = 5 \text{ м}$  от оси вращения. Определить скорость центра кабины в случае, когда ее нормальное ускорение  $a_n = 5g$ .

**Вопрос 5.** Даны уравнения движения точки в полярных координатах  $\varphi = 0,512t^2$ . Определить трансверсальную скорость точки в см/с в момент времени  $t_1$ , когда полярный радиус  $r = 2 \text{ м}$ .



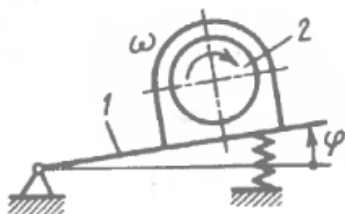
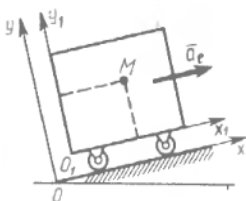
**Вопрос 6.** В корпусе 1 по направляющим перемещается ползун 2 по закону  $x_A = 0,1 \cos(t)$ ,  $z_A = 0$ . В момент времени (с)  $t' = \pi$  определить скорость точки В, если расстояние  $AB = 0,3 \text{ м}$ .



**Вопрос 7.** Определить угловую скорость кривошипа  $OA$  в указанном положении, если скорость точки  $C$  шатуна  $V_C = 4 \text{ м/с}$ , длина кривошипа  $OA = 0,2 \text{ м}$ .

**Вопрос 8.** Тело совершает винтовое движение согласно уравнениям:  $x_0 = 0, y_0 = 0, z_0 = 0,05t, \theta = 0, \varphi = \pi \cdot t$ . Определить ускорение точки  $M$ , если ее расстояние до оси винта  $OM = 0,012 \text{ м}$ .

**Вопрос 9.** Тележка движется по наклонной плоскости с ускорением  $a_e = 2 \text{ м/с}^2$ . По тележке в плоскости чертежа движется точка  $M$  согласно уравнениям  $x_1 = 3t^2$  и  $y_1 = 4t^2$ . Определить абсолютное ускорение точки.



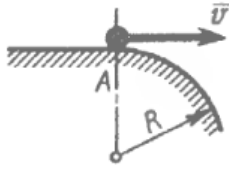
**Вопрос 10.** Платформа 1 совершает колебания по закону  $\varphi = 0,1 \cdot \sin(10\pi \cdot t)$ . Якорь 2 двигателя вращается относительно статора с угловой скоростью  $\omega = 7 \text{ рад/с}$ . Определить максимальное значение абсолютной угловой скорости якоря.

### 3 семестр

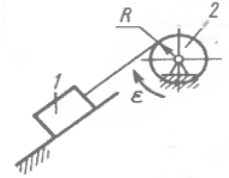
#### Динамика. Вариант № 1.

в) на темы «Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки. Колебательные движения материальной точки. Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии. Принцип Даламбера и метод кинестатики. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Основы теории удара»:

Решение задач:



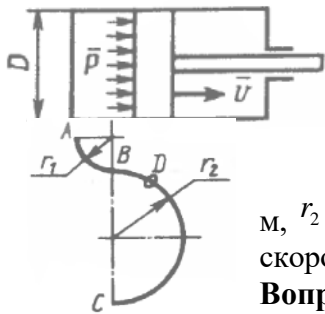
**Вопрос 1.** Деталь массой  $m = 0,5$  кг скользит вниз по лотку. Под каким углом к горизонтальной плоскости должен располагаться лоток, для того чтобы деталь двигалась с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>? Угол выразить в градусах.



**Вопрос 2.** Тело движется по горизонтальной поверхности и в точке А отрывается от нее. Определить минимальную скорость тела в момент отрыва, если радиус  $R = 6$  м.

**Вопрос 3.** Тело 1 массой  $m = 50$  кг поднимается по наклонной плоскости с помощью троса, наматываемого на барабан 2 радиуса  $R = 0,4$  м. Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на тело, если угловое ускорение барабана  $\epsilon = 5$  рад/с<sup>2</sup>.

**Вопрос 4.** Модуль вектора количества движения механической системы изменяется по закону  $Q = 4t^2$ . Определить модуль главного вектора внешних сил, действующих на систему, в момент времени  $t = 2$  с, если вектор количества движения и главный вектор внешних сил параллельны.



**Вопрос 5.** На поршень гидроцилиндра действует давление масла  $p = 10$  Н/мм<sup>2</sup>. Диаметр поршня  $D = 100$  мм, его скорость  $V = 0,2$  м/с. Определить в кВт мощность силы давления масла.

**Вопрос 6.** По проволоке ABC, расположенной в вертикальной плоскости и изогнутой в виде дуг окружностей радиусов  $r_1 = 1$  м,  $r_2 = 2$  м, может скользить без трения кольцо D массой  $m$ . Определить скорость кольца в точке C, если его скорость в точке A равна нулю.

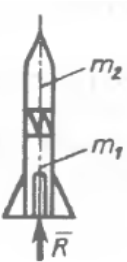
**Вопрос 7.** К ведущему валу привода, имеющему приведенный момент инерции  $I_z = 0,5$  кг м<sup>2</sup>, от двигателя приложен постоянный момент

$M^1 = 72$  Н м и от ведомого вала момент сил сопротивления  $M^2 = -0,02 \omega^2$ , где  $\omega$  - угловая скорость ведущего вала, рад/с. Определить наибольшую угловую скорость ведущего вала.

**Вопрос 8.** Быстрое вращение вала с моментом инерции  $I_z = 10$  кгм<sup>2</sup> осуществляется с угловой скоростью  $\vec{\omega}_1 = 250\vec{k}$ . Подшипники, в которых закреплен вал, вращаются вместе с основанием с угловой скоростью  $\vec{\omega}_2 = 5\vec{k}$ . Определить гироскопический момент.



**Вопрос 9.** Горизонтальная платформа вибростенда 1 совершает в вертикальном направлении гармонические колебания с амплитудой 8 мм и частотой 8 Гц. К платформе прикреплен датчик 2 массой 50 г. Определить максимальное значение силы, которая стремится оторвать датчик от платформы.



**Вопрос 10.** Двухступенчатая ракета в момент пуска с поверхности Земли в вертикальном направлении развивает реактивную силу  $R = 90$  кН. Массы ступеней ракеты равны  $m_1 = 200$  кг,  $m_2 = 100$  кг. Определить силу давления в кН между ступенями ракеты в момент пуска.

### ***Типовые задания для оценивания формирования компетенций***

1. Плоская система сил. Система произвольно расположенных сил. Система сил, не лежащих в одной плоскости:
  - задание С.1. Определение реакций опор твердого тела;
  - задание С.2. Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы;
  - задание С.3. Определение реакций опор составной конструкции (система двух тел);
  - задание С.4. Определение реакций опор составной конструкции (система трех тел);
  - задание С.5. Равновесие тел с учетом сцепления (трения покоя);
  - задание С.6. Приведение системы сил к простейшему виду;
  - задание С.7. Центр тяжести. Определение положения центра тяжести тела.
2. Кинематика точки и тела:
  - задание К.1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения;
  - задание К.2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях;
  - задание К.3. Кинематический анализ плоского механизма;
  - задание К.4. Кинематический анализ многозвенного механизма;
  - задание К.5. Определение кинематических характеристик движения твердого тела и его точек по уравнениям Эйлера;
  - задание К.6. Кинематический анализ движения твердого тела, катящегося без скольжения по неподвижной поверхности и имеющего неподвижную точку;
  - задание К.7. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки.
3. Динамика точки и тела:
  - задание Д.1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием постоянных сил.
  - задание Д.2. Исследование колебательного движения материальной точки.
  - задание Д.3. Исследование относительного движения материальной точки.
  - задание Д.4. Применение теоремы об изменении количества движения к определению скорости материальной точки.
  - задание Д.5. Применение теоремы о движении центра масс к исследованию движения механической системы.
  - задание Д.6. Применение теоремы об изменении количества движения к исследованию движения механической системы.
  - задание Д.7. Применение теоремы об изменении кинетического момента к определению угловой скорости твердого тела.
  - задание Д. 8. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы.
  - задание Д.9. Исследование поступательного и вращательного движений твердого тела.
  - задание Д. 10. Исследование плоского движения твердого тела.

### ***Пример билета на экзамен***

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т.  
Калашникова»

### **Билет к зачету №**

по дисциплине «Теоретическая механика (2 семестр)»

- Вопрос 1. Аналитический и геометрический способы вычисления момента.  
Вопрос 2. Сложение вращательных движений твердого тела.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры Ракетостроения  
«        » 20\_\_ г. Протокол №

Зав. кафедрой, \_\_\_\_\_ / ФИО

## 2. Критерии и шкалы оценивания

Для контрольных мероприятий (текущего контроля) устанавливается минимальное и максимальное количество баллов в соответствии с таблицей. Контрольное мероприятие считается пройденным успешно при условии набора количества баллов не ниже минимального.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при успешном прохождении обучающимся всех контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

<i>Разделы дисциплины</i>	<i>Форма контроля (2 семестр)</i>	<i>Количество баллов</i>	
		<i>min</i>	<i>max</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
2	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
3	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
4	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
5	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
6	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
7	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
8	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
9	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
10	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
11	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
12	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
13	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
	Экзамен	0	10
	<b>Итого 2 семестр</b>	<b>39</b>	<b>114</b>

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

<i>Наименование, обозначение</i>	<i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>
Конспект лекций. Защита отчетов по практическим работам. Ответы на вопросы	Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом.

Промежуточная аттестация по дисциплине во **2 семестре** проводится в форме экзамена.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«отлично»	100-114
«хорошо»	99-59
«удовлетворительно»	60-39
«неудовлетворительно»	менее 39

Если сумма набранных баллов менее 39 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 39 до 104 баллов, обучающийся допускается до экзамена. Билет к зачету включает 2 вопроса.

<i>Разделы дисциплины</i>	<i>Форма контроля (3 семестр)</i>	<i>Количество баллов</i>	
		<i>min</i>	<i>max</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
14	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
15	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
16	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
17	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
18	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
19	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
20	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
21	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
22	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
23	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8

24	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
25	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
26	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
27	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
28	Конспект лекций. Отчет по практической работе	3	8
	Экзамен	0	10
	<b>Итого 3 семестр</b>	<b>45</b>	<b>130</b>

При оценивании результатов обучения по дисциплине в ходе текущего контроля успеваемости используются следующие критерии. Минимальное количество баллов выставляется обучающемуся при выполнении всех показателей, допускаются несущественные неточности в изложении и оформлении материала.

<i>Наименование, обозначение</i>	<i>Показатели выставления минимального количества баллов</i>
Конспект лекций. Защита отчетов по практическим работам. Ответы на вопросы	Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом.

Промежуточная аттестация по дисциплине во **2 семестре** проводится в форме экзамена.

Итоговая оценка по дисциплине может быть выставлена на основе результатов текущего контроля с использованием следующей шкалы:

<i>Оценка</i>	<i>Набрано баллов</i>
«отлично»	115-130
«хорошо»	80-114
«удовлетворительно»	79-45
«неудовлетворительно»	менее 45

Если сумма набранных баллов менее 45 – обучающийся не допускается до промежуточной аттестации.

Если сумма баллов составляет от 45 до 120 баллов, обучающийся допускается до экзамена. Билет к экзамену включает 2 вопроса.

*Промежуточная аттестация проводится в компьютерном зале. Время на подготовку: 40 минут.*