

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»)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: **Теоретическая механика**

для специальности: 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Специализация – ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

форма обучения: *очная*

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 9 зачетных единиц(ы)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2	3		
Контактные занятия (всего)	144	64	80		
В том числе:					
Лекции (Л)	64	32	32		
Практические занятия (ПЗ)	48	16	32		
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	32	16	16		
Самостоятельная работа (всего)	180	80	100		
В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы	4/4	2/2	2/2		
Реферат					
Другие виды самостоятельной работы	108	44	64		
<i>Вид промежуточной аттестации:</i> <i>экзамены</i>	72	Э 36с.	Э 36ч.		
Общая трудоемкость	часы	324	144	180	
	з.е.	9	4	5	

Кафедра «Ракетостроение»

Составитель: Уразбахтин Федор Асхатович, доктор технических наук, профессор

Заведующий кафедрой _____ /Ф.А.Уразбахтин

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» (уровень специалитета) № 1517 от 01.12.2016 (ред. от 13.07.2017) и утверждена на заседании кафедры

Протокол от 24 августа, 2018 г. №1

Заведующий кафедрой «Ракетостроение» _____ /Ф.А.Уразбахтин

25.08. 2018 г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методической комиссии по УГСН «24.05.01 – «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов (уровень специалитета)», специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»

Уразбахтин Ф.А.
27.08.2018 г.

Количество часов рабочей программы соответствует количеству часов рабочего учебного плана по специальности 24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, специализация – Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива

Ведущий специалист учебной части
ВФ ФГБОУ имени М.Т. Калашникова

Соловьева Л.Н.
27.08 2018 г.

Название дисциплины		Теоретическая механика			
Номер	83	Академический год	2018/2019_	семестр	2,3
кафедра	Ракето-строение	Программа	24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «ракеты с ракетными двигателями твердого топлива»		
Составитель	Уразбахтин Ф.А., д.т.н., профессор				
Цели и задачи дисциплины, основные темы	<p>Цели: 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 общей технической культуры будущего инженера.</p> <p>Задачи: 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.</p> <p>Знания: основные понятия, физические законы, принципы механического движения и твердых тел; основные законы движения и равновесия твердых тел, материальной точки и механической системы; место теоретической механики среди естественных наук.</p> <p>Умения: анализировать и объяснять механические явления, исходя из физических законов и теорем механики; видеть в каждой механической системе ее расчетную модель; математически формализовать механические процессы, составлять и решать задачи по определению основных физических параметров; решать инженерные задачи и осуществлять проектирование новых машин и конструкций.</p> <p>Навыки: применения основных законов и методов механики к решению прикладных задач; формулирования постановок инженерных задач, связанных с расчетом простейших конструкций и механизмов, в том узлов и агрегатов ракетной техники; применения методов анализа и исследования статики, кинематики и динамики точки, абсолютного твердого тела и механической системы; практического применения методов составления и решения конкретных инженерных задач, описывающих физические процессы.</p> <p>Лекции (основные темы): 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. 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. 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 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 Основы теории гироскопа. Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы</p> <p>Практические занятия: 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. Равновесие тела под действием плоской произвольной системы сил: геометрические и аналитические условия 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. Определение центра тяжести твердого тела: Методы определения центров тяжести твердого тела. Формулы, используемые для определения координат центра тяжести некоторых тел простейшей формы. 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. Кинематика точки: Три способа задания движения точки. Определение траектории, скорости и ускорения точки при векторном и естественном способах задания движения. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Уравнения движения, скорости и ускорения точек тела при его поступательном и вращательном движениях. 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). Поступательное и вращательное движение твердого тела. Сложение движений. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Способы решения основных задач динамики точки. Малые колебания с одной степенью свобод. Теорема о движении центра масс. Количество движения точки и механической системы. Задачи об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы. Принцип Даламбера. Принцип возможных перемещений. Уравнения Лагранжа 2 рода. Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку: Движение точки переменной массы:</p> <p>Лабораторные занятия: Сферическое движение точки: Векторы угловой скорости и углового ускорения. Мгновенная ось вращения. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела. Плоскопараллельное движение точки: Кинематический анализ плоского механизма. Определение кинематических характеристик многосвязного механизма. 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. Общий случай движения: Сферическое движение твердого тела. Определение кинематических</p>				

		характеристик движения твердого тела и его точек по уравнениям Эйлера. Динамика абсолютного движения материальной точки. Кинетический момент механической системы. Удар. Основы теории гироскопа.				
Основная литература		1. Теоретическая механика. Статика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.В. Игнатъева, Д.А. Игнатъев. - Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2018. -101 с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72539.html (по паролю). 2. Красюк А.М. Теоретическая механика. Конспект лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие. – 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. - Электрон. текстовые данные. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. -92с. 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.				
Технические средства		стандартно оборудованная лекционная аудитория, компьютерный класс				
Компетенции		<i>Приобретаются студентами при освоении модуля</i>				
Общекультурные		-				
Профессиональные		<p>ОПК-1. Понимание целей и задач инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения.</p> <p>ОПК-2. Понимание роли математических и естественнонаучных наук и способность к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способность использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей).</p> <p>ОПК-3. Способность анализировать политические и социально-экономические проблемы, готовность использовать методы гуманитарных и социально-экономических дисциплин (модулей) в профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-6. Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.</p>				
Зачетных единиц	9	Форма проведения занятий	Лекции	Практические занятия	ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	Самостоятельная работа
		Всего часов: 2 сем 3 сем.	32 32	16 32	16 16	80 100
Виды контроля	Диф.зач /зач/ экз	КП/КР	Условие зачета дисциплины	Получение оценки «3,4 или 5»	Форма проведения самостоятельной работы	Подготовка к лекциям и практическим занятиям, к экзаменам
формы 2с. 3с.	Э Э	нет нет				
Перечень дисциплин, знание которых необходимо для изучения дисциплины			Физика, алгебра и начала анализа, геометрия (среднее (полное) общее образование), обыкновенные дифференциальные уравнения, инженерная графика.			

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью 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 приобретение к общей технической культуры 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.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные понятия, физические законы, принципы механического движения и твердых тел.
- основные законы движения и равновесия твердых тел материальной точки и механической системы
- место теоретической механики среди естественных наук;

уметь:

- анализировать и объяснять механические явления, исходя из физических законов и теорем механики;
- видеть в каждой механической системе ее расчетную модель;
- математически формализовать механические процессы, составлять и решать задачи по определению основных физических параметров;
- решать инженерные задачи и осуществлять проектирование новых машин и конструкций;

владеть навыками:

- применения основных законов и методов механики к решению прикладных задач;
- формулирования постановок инженерных задач, связанных с расчетом простейших конструкций и механизмов, в том узлов и агрегатов ракетной техники;
- применения методов анализа и исследования статики, кинематики и динамики точки, абсолютного твердого тела и механической системы;
- практического применения методов составления и решения конкретных инженерных задач, описывающих физические процессы.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО:

2.1. Дисциплина относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП ВО.

2.2. Для изучения дисциплины студент должен:

знать:

- в объеме средней общеобразовательной школы:
 - а) раздел механики в физике - понятия о массе, силе, перемещении, скорости, ускорении, знать законы равнопеременного и равномерного движения;
 - б) алгебра и начала анализа – элементарные функции, уравнения, неравенства, системы уравнений, понятия пределов, производных интегралов;

- в) геометрия – перпендикулярность, параллельность, геометрические преобразования, элементы аналитической геометрии в пространстве;
- из курса «Обыкновенные дифференциальные уравнения»: обыкновенные дифференциальные уравнения;
 - из курса «Инженерная графика»: пространственное представление объектов;

уметь:

- выполнять основные операции векторного анализа - взятие градиента, производной по направлению, дивергенции, ротора;
- применять методы решения простых обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;
- брать интегралы элементарных функций;
- выполнять арифметические действия и операции с векторами, а также при определении скалярного и векторного произведения;

владеть:

- методами дифференцирования (в том числе частными производными), интегрирования по поверхности и объему, определения модуля и направления вектора,
- способами решения дифференциальных уравнений, задач планиметрии,
- навыками пространственного мышления, вычисления интегралов и производных и вычисления на ПК.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: физика, алгебра и начала анализа, геометрия - (среднее (полное) общее образование), обыкновенные дифференциальные уравнения, инженерная графика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

3.1. Знания, приобретаемые в ходе изучения 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.

3.2. Умения, приобретаемые в ходе изучения 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.

3.3. Навыки, приобретаемые в ходе изучения 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.
----	---

3.4. Компетенции, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

Компетенции	Знания (№№ из 3.1)	Умения (№№ из 3.2)	Навыки (№№ из 3.3)
ОПК-1. Понимание целей и задач инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения.	2,3	3,4	2,4
ОПК-2. Понимание роли математических и естественнонаучных наук и способность к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способность использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей).	1,2	1,2,3	1,2
ОПК-3. Способность анализировать политические и социально-экономические проблемы, готовность использовать методы гуманитарных и социально-экономических дисциплин (модулей) в профессиональной деятельности.	3	4	4
ОПК-6 Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.	1,2	1,2	1,3

3.4. Освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее для изучения дисциплин (модулей) и практик: *Строительная механика ракет; Расчет на прочность и жесткость элементов ракеты; Основы устройства ракет; Конструирование летательных аппаратов; Проектирование летательных аппаратов.*

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ПЗ	ЛР	СРС	
1.	Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела	2	1	2			5	
2.	Сходящиеся силы и пары сил	2	2	2	2	2		Выдача РГР-1
3.	Преобразование и равновесие произвольной пространственной системы сил Частные случаи системы сил.	2	3	2	2		3	
			4	2		2	3	
4.	Центр параллельных сил и центр тяжести	2	5	2	2			
5.	Трение твердых тел	2	6	2		2	5	Прием РГР-1
6.	Основные определения кинематики точки	2	7	2	2			
7.	Кинематика точки в криволинейных координатах	2	8	2		2	6	Контрольная работа 1 1 аттестация

8.	Простейшие движения твердого тела	2	9	2	2			Выдача РГР-2
9	Плоскопараллельное движение твердого тела	2	10	2		2	5	
10	Сложное движение точки.	2	11	2	2			
11	Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения.	2	12	2		2	6	
12	Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае	2	13	2	2			
13.	Кинематика сложных движений твердого тела	2	14	2		2	5	
14.	Основные положения динамики	2	15	2				Прием РГР-2
15.	Задачи и уравнения динамики материальной точки	2	16	2	2	2	6	Контрольная работа 2 2 аттестация
	Экзамен						36	Вопросы к экзамену
	<i>Итого 2 семестр</i>			32	16	16	80	
16.	Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки	3	1	2	2	4	5	
17.	Колебательные движения материальной точки	3	2	2	2		5	Выдача РГР-3
18.	Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс	3	3	2	2		5	
19.	Теорема об изменении количества движения	3	4	2	2		5	
20	Теорема об изменении кинетического момента	3	5	2	2	4	5	
21.	Теорема об изменении кинетической энергии.	3	6	2	2		5	
22.	Принцип Даламбера и метод кинетостатики.	3	7	2	2		5	Прием РГР-3
23.	Принцип возможных перемещений.	3	8	2	2		5	Контрольная работа 3 3 аттестация
24.	Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах	3	9	2	2	4	5	Выдача РГР-4
25.	Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку	3	10 11	2 2	2 2		5	
26.	Основы теории удара	3	12 13	2 2	2 2		4	

27.	Основы теории гироскопа	3	14 15	2 2	2 2		5	Прием РГР-4
28.	Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы	3	16	2	2	4	5	Контрольная работа 4
	ЭКЗАМЕН						36	Вопросы к экзамену
	ИТОГО 3 СЕМЕСТР			32	32	16	100	

Примечание: *Л* – лекции; *ПЗ* – практические занятия; *ЛР* – лабораторные работы; *СРС* – самостоятельная работа студентов.

4.2. Содержание разделов курса

№ п/п	Раздел дисциплины	Знания (номер из 3.1)	Умения (номер из 3.2)	Навыки (номер из 3.3)
<i>СТАТИКА</i>				
1.	Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела. 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.	1,3 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3 1,3	1,2,3 2,3 2,3 2,3 2,3 2,3	3 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2
2.	Сходящиеся силы и пары сил. 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.	1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2	2,3 4 2,3 2,3 2,3 2,3	1,3 4 1,3 1,3 1,3 1,3 1,2,4
3.	Преобразование и равновесие пространственной произвольной системы сил. Частные случаи системы сил. Момент силы относительно оси. Аналитический и геометрический способы вычисления момента. Преобразование пространственной произвольной системы сил. Лемма о параллельном переносе силы. 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	1 2 2 2 1 2 2 1 2	2 3 4 1 3 3 4 4 3 3	1 2 3 3 3 4 4 1 3

	произвольной системы сил. Частные случаи системы сил: плоская система сил, система параллельных сил, равновесие системы тел.	1	4	1
4.	Центр параллельных сил и центр тяжести. Центр параллельных сил. Распределенные силы. Центр тяжести. Интегральные формулы для координат центра тяжести. Методы разбиения и отрицательных масс. Центры тяжести простейших фигур.	1 2 3 2 2 1	3 2 4 3 4 2	3 1 2 3 4 4
5.	Трение твердых тел. 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.	1,2 1,3 2 2,3 2	1,3 2,3 1,2 3,4 2	1,3 1,4 2,3 3,4 4
<i>КИНЕМАТИКА</i>				
6.	Основные определения кинематики точки. 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.	1,3 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 1,2	1 2,3 2,3 2,3 2,3,4 3,4	1 2 3 3,4 3,4 3,4
7.	Кинематика точки в криволинейных координатах. Общие положения. Определение скорости точки в криволинейных координатах. Определение ускорения точки в криволинейных координатах.	1 2 2	1,2 3 3	1 2,3 2,3
8.	Простейшие движения твердого тела. 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	2 1 1 1 1,2 2,3	1,3 2,3 2,3 3,4 3 3,4	1,3 2 2 2,4 3 2,3
9.	Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнение движения. Угловая скорость и угловое ускорение тела при плоскопараллельном движении. Определение скоростей точек тела. Метод полюса. Мгновенный центр скоростей.	2,3 1 1	2,3 1,3 4	1,2 1,3 3,4

	Определение скоростей точек плоской фигуры через мгновенный центр скоростей. Различные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.	2 2	3 3,4	3 3,4
	Определение ускорений точек тела. Мгновенный центр ускорения. Способы вычисления.	2	3,4	1,2
10.	Сложное движение точки. 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.	1,3 2 2 1,2 2,3 1,2	1,2 3 3 3,4 3 4	1 2,3 2,3 3,4 2 4
11.	Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения. Углы Эйлера. Уравнение вращения тела вокруг неподвижной точки. Теорема о конечном перемещении тела, имеющего одну неподвижную точку. Мгновенная ось вращения. Аксиомы.	1,3 2 1	3 2 1,4	2,3 1,4 3,4
12.	Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае 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 2 2 2	1 3 4 4	1 2 3 4
13.	Кинематика сложных движений твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение вращательных движений твердого тела. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.	2 2 2 1,2	1,2,3 1,2,3 1,2,3 3,4	1,2,3 1,2,3 1,2,3 3,4
<i>ДИНАМИКА</i>				
14.	Основные положения динамики. Основные определения. Аксиомы динамики.	1 2	1,2 2,3	1 1
15.	Задачи и уравнения динамики материальной точки. Две основные задачи динамики точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Способы решения основных задач динамики точки.	2,3 2 2	3 3,4 2,4	1,2 3 4
16.	Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки Дифференциальное уравнение и начальные условия прямолинейного движения. Определение закона движения точки под действием силы, зависящей только от времени. Определение закона движения точки под действием	2 2	2,3 3,4	1,2 3,4

	силы, зависящей только от положения. О нахождении закона движения при постоянной силе и силе, зависящей только от скорости.	2 2	3,4 2,4	3,4 2,4
17.	Колебательные движения материальной точки. Свободные гармонические колебания материальной точки. Затухающие колебания материальной точки. Вынужденные колебания материальной точки с учетом и без учета трения. Явление резонанса.	1,2 1,2 1,2 2	1,2 2,3 2,3 4	1 3 3 4
18.	Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс 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.	1 1 1 1 1 1 2 2 2	2,3 2,3 2,3 3 3 3 3,4 2,3 2,3	1 1,3 2,3 3,4 1 1 3,4 1,2 1,2
19.	Теорема об изменении количества движения Основные динамические величины механической системы. Теорема об изменении количества движения. Законы сохранения количества движения. О вычислении количества движения. Интегральная форма теоремы об изменении количества движения.	1 2 2 1 2	1 2,3 3 3 3,4	1,2 2,3 2,3 3,4 3,4
20.	Теорема об изменении кинетического момента 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.	1 2 2 1 2 1	2 1,3 2,3 2,3 3,4 4	1,2 2,3 3 3 3,4 4
21.	Теорема об изменении кинетической энергии 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.	1,2 1,2 2 2 2,3	1,2 2,3 3 3 3,4	1 2,3 3 3,4 3,4
22.	Принцип Даламбера и метод кинестатики Принцип Даламбера для материальной точки. Принцип Даламбера для механической системы. Определение главного вектора и главного момента сил инерции твердого тела.	2 2 2	2,3 2,3 2,3 2,3	1 1 2,3 2,3

	Поступательное движение тела с ускорением.	2	2,3	2,3,4
	Вращательное движение тела.	2	2,3	2,3,4
	Плоскопараллельное движение тела.	2	2,3	2,3,4
23.	Принцип возможных перемещений Возможные перемещения.	1	1,2	1,2
	Уравнения связей. Классификация связей по виду их уравнений. Связи идеальные и неидеальные.	2	3	2,3
	Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений.	3	4	4
24.	Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах Принцип Даламбера-Лагранжа.	2	2,3	1
	Общее уравнение динамики.	2	3	2,3
	Обобщенные силы и обобщенные координаты.	2	2,3	3
	Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах.	2	3,4	4
25.	Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Динамические характеристики.	1	1	1,2
	Динамические дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки.	2	3	2,3
	Интегрирование уравнений движения.	2	3	3,4
	Случаи Эйлера и Лагранжа.	2	3,4	4
	Определение силы реакции в неподвижной точке.	2	3,4	4
26.	Основы теории удара. Общие положения. Действие ударной силы на материальную точку.	1,3	1,2	1
	Теорема об изменении количества движения и движения центра масс системы при ударе.	2	3	3
	Теорема об изменении кинетического момента системы при ударе.	2	3	3
	Теорема об изменении кинетической энергии системы при ударе.	2	3	3
	Удар двух тел. Центр удара.	1,2	4	4
27.	Основы теории гироскопа. Приближенная теория гироскопа.	1,2	1,2	1
	Регулярная прецессия гироскопа.	1,2	3	3
	Регулярная прецессия тяжелого гироскопа.	1,2	3	3
	Устойчивость вращения уравновешенного гироскопа вокруг главных осей инерции.	2,3	4	2
28.	Элементы космонавтики. Движение точки переменной массы. Основные понятия. Первые интегралы уравнений движения.	1,3	1,2	1
	Определение траектории. Исследование траектории.	1,2	3	1
	Формулы первых космических скоростей.	2	4	3
	Сближение управляемых спутников Земли.	2	4	4
	Дифференциальные уравнения движения точки переменной массы.	2	3,4	3
	Задачи Циолковского.	2,3	4	4

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование темы практического занятия	Трудоемкость (час)
<i>СТАТИКА</i>			
Семестр 2			
1.	2	<i>Связи и их реакции:</i> Понятие связи. Виды связей, их реакции. Разложение силы на составляющие, параллельные декартовым осям. <i>Моменты сил:</i> Момент силы относительно декартовых осей. Момент силы относительно центра.	2
2.	3	<i>Равновесие тела под действием плоской произвольной системы сил:</i> геометрические и аналитические условия 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
3.	4	<i>Определение центра тяжести твердого тела:</i> Методы определения центров тяжести твердого тела. Формулы, используемые для определения координат центра тяжести некоторых тел простейшей формы.	2
4.	5	<i>Равновесие тела и системы тел под действием произвольной системы сил с учетом трения:</i> реакция шероховатой поверхности. Трение сцепления и трение качения. Равновесие тела и системы тел с учетом трения.	2
<i>КИНЕМАТИКА</i>			
5.	6	<i>Кинематика точки:</i> Три способа задания движения точки. Определение траектории, скорости и ускорения точки при векторном и естественном способах задания движения.	2
6.	8	<i>Поступательное и вращательное движение твердого тела:</i> Уравнения движения, скорости и ускорения точек тела при его поступательном и вращательном движениях.	2
7.	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
8.	13	<i>Поступательное и вращательное движение твердого тела:</i> Сложение движений. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.	2
		Всего за 2 семестр	16
<i>ДИНАМИКА</i>			
Семестр 3			
9.	15	Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Способы решения основных задач динамики точки.	2
10.	17	Малые колебания с одной степенью свобод.	4
11.	18	Теорема о движении центра масс.	4
12.	19	Количество движения точки и механической системы.	4
13.	21	Задачи об изменении кинетической энергии материальной точки и	2

		механической системы.	
14.	22	Принцип Даламбера.	4
15.	23	Принцип возможных перемещений.	4
16.	24	Уравнения Лагранжа 2 рода.	2
17.	25	Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку:	4
18.	28	Движение точки переменной массы:	2
		Всего за 3 семестр	32

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование темы лабораторного занятия	Трудоемкость (час)
		Семестр 2	
1.	7	<i>Сферическое движение точки:</i> Векторы угловой скорости и углового ускорения. Мгновенная ось вращения. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела.	4
2.	9	<i>Плоскопараллельное движение точки:</i> Кинематический анализ плоского механизма. Определение кинематических характеристик многозвенного механизма.	4
3.	11	<i>Плоское движение твердого тела:</i> 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.	4
4.	12	<i>Общий случай движения:</i> Сферическое движение твердого тела. Определение кинематических характеристик движения твердого тела и его точек по уравнениям Эйлера.	4
		Всего за 2 семестр	16
		Семестр 3	
5.	16	<i>Динамика абсолютного движения</i> материальной точки.	4
6.	20	<i>Кинетический момент</i> механической системы.	4
7.	26	<i>Удар</i>	4
8.	27	<i>Основы теории гироскопа</i>	4
		Всего за 3 семестр	16

5. Содержание самостоятельной работы студентов. Ойеночные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Содержание самостоятельной работы

Номер этапа ИЗ	Содержание разделов дисциплины (модуля)	Сроки выполнения (№ недели)	Трудоемкость (час.)	Форма контроля
	2 семестр			
1	1. Решение индивидуальных задач расчетно-графической работы №1 по разделу «Статика»	7	14	1. Еженедельный контроль за выполнением задач расчетного-графического задания №1. 2. Проведение контрольной работы №1
	2. Решение индивидуальных задач расчетно-графической работы №2 по разделу «Кинематика»	15	24	1. Еженедельный контроль за выполнением задач расчетного-графического задания №2.

				2. Проведение контрольной работы №2.
	3. Решение индивидуальных задач по разделу «Динамика точки»	16	6	1. Контроль за выполнением задач.
2	3 семестр			
	1. Решение индивидуальных задач расчетно-графической работы №3 по разделу «Динамика точки и механической системы»	7	35	1. Ежедневный контроль за выполнением задач расчетного-графического задания №3 2. Проведение контрольной работы №3
	2. Решение индивидуальных задач расчетно-графической работы №4 по разделу «Аналитические методы в динамике»	15	24	1. Ежедневный контроль за выполнением задач расчетного-графического задания №4 2. Проведение контрольной работы №4
	3. Решение индивидуальных задач по разделу «Движение точек переменной массы»	16	6	1. Контроль за выполнением задач.

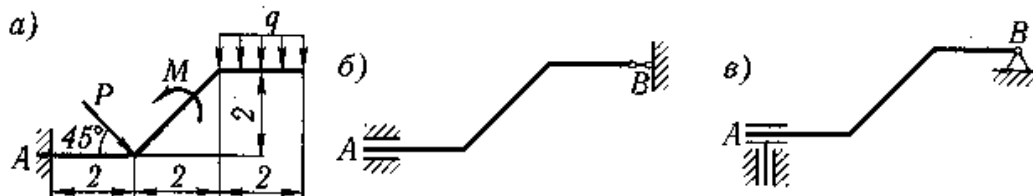
5.2. Примерные варианты заданий для расчетно-графических работ

Расчетно-графическая работа 1. Статика.

Задание 1. Определение реакций опор твердого тела.

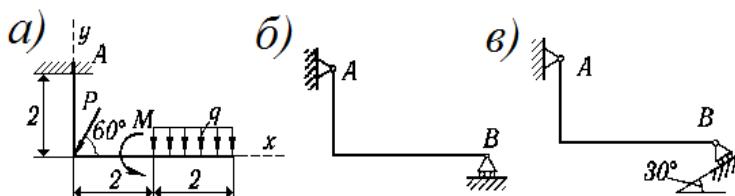
Вариант 1.

Дано: схемы закрепления бруса (а, б, в); $P=5\text{кН}$; $M=8\text{кН}\cdot\text{м}$; $q=1,2\text{кН/м}$. Определить реакции опор для того способа закрепления, при котором момент M в заделке A имеет наименьшее значение.

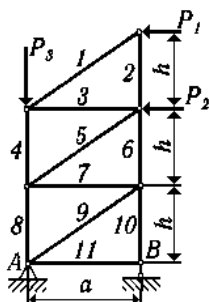


Вариант 2.

Дано: схемы закрепления бруса (а, б, в); $P=10\text{кН}$; $M=6\text{кН}\cdot\text{м}$; $q=2\text{кН/м}$. Определить реакции опор для того способа закрепления, при котором реакция Y опоры A имеет наименьшее значение.

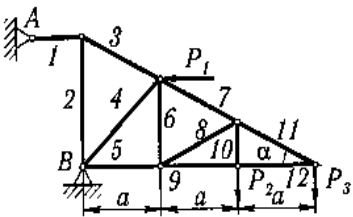


Задание 2. Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы



Вариант 1.

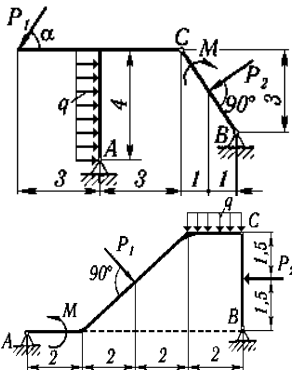
Дано: схема фермы; $P_1=2\text{кН}$; $P_2=4\text{кН}$; $P_3=6\text{кН}$; $a=4,0\text{м}$; $h=3,0\text{м}$. Определить реакции опор и усилия в стержнях способом вырезания узлов. Определить усилия в стержнях 4, 5 и 8 способом Риттера.



Вариант 2.

Дано: схема фермы; $P_1=4\text{кН}$; $P_2=9\text{кН}$; $P_3=2\text{кН}$; $a=2,0\text{м}$; $\alpha=30^\circ$. Определить реакции опор и усилия в стержнях способом вырезания узлов. Определить усилия в стержнях 3, 8 и 9 способом Ритттера.

Задание 3. Определение реакций опор составной конструкции



Вариант 1.

Дано: схема конструкции; $P_1=5\text{кН}$; $P_2=7\text{кН}$; $M=22\text{кН*м}$; $q=2\text{кН/м}$; $\alpha=60^\circ$. Определить реакции опор, а также соединения C для того способа сочленения, при котором модуль опоры A наименьший.

Вариант 2.

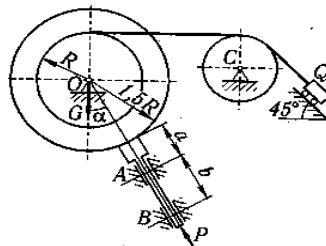
Дано: схема конструкции; $P_1=6\text{кН}$; $P_2=10\text{кН}$; $M=22\text{кН*м}$; $q=2\text{кН/м}$. Определить реакции опор, а также соединения C для того способа сочленения, при котором модуль опоры A наименьший.

Задание 4. Равновесие тел с учетом сцепления (трения покоя)

Вариант 1

Дано: $G=2\text{кН}$; $Q=20\text{кН}$;
 $f_{\text{сц}}=0,1$; $\alpha=20^\circ$;

Определить O, A и B .



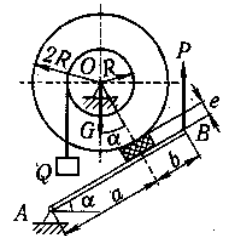
20кН ; коэффициент сцепления (трения покоя) $a=10\text{см}$; $b=20\text{см}$.

минимальное значение силы P и реакции опор

Вариант 2.

Дано: $G=1\text{кН}$; $Q=10\text{кН}$; коэффициент сцепления (трения покоя) $f_{\text{сц}}=0,1$; $\alpha=30^\circ$; $a=20\text{см}$;
 $b=10\text{см}$; $c=0,4\text{см}$

Определить минимальное значение силы P и реакции опор O и A .



Задание 5. Приведение системы сил к простейшему виду.

Дана система сил $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \vec{P}_4$; модули, точки приложения и направления этих сил указаны в табл.

Необходимо сделать следующее:

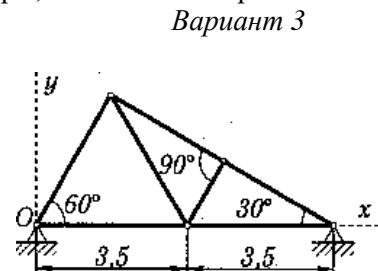
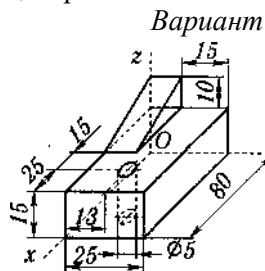
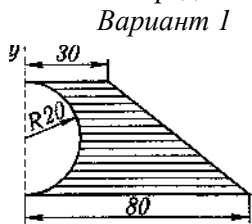
- 1) изобразить заданную систему сил, выполнив построение параллелепипеда в масштабе, показав угол ХОУ на чертеже равным 135° ; сокращение размеров по оси Ox принять равным 1:2;
- 2) выбрав систему координатных осей, определить модуль и направление главного вектора заданной системы сил по его проекциям на координатные оси и изобразить \vec{R}^* на чертеже;
- 3) вычислить главный момент заданной системы сил относительно центра O по его проекциям на координатные оси и изобразить \vec{M}_O на чертеже;
- 4) вычислить наименьший главный момент заданной системы сил;
- 5) На основании результатов вычислений главного вектора и наименьшего главного момента \vec{M}^* установить, к какому простейшему виду приводится заданная система сил. При этом необходимо сделать следующее:

- а) если заданная система сил приводится к паре сил, то показать момент этой пары, приложив его к точке O ;
- б) если заданная система сил приводится к равнодействующей, то найти уравнение линии действия равнодействующей, определить точки пересечения этой линии координатных плоскостей и изобразить \vec{R} на чертеже;
- в) если заданная система сил приводится к динаме (силовому винту), то найти уравнения центральной оси, определить точки пересечения этой осью координатных плоскостей и изобразить \vec{R}^* и \vec{M}^* на чертеже.

Вариант	Размеры прямоугольного параллелепипеда, см			Силы системы											
				\vec{P}_1			\vec{P}_2			\vec{P}_3			\vec{P}_4		
	a	b	c	Модуль, Н	Точка приложения	Направление	Модуль, Н	Точка приложения	Направление	Модуль, Н	Точка приложения	Направление	Модуль, Н	Точка приложения	Направление
1	30	50	40	10	O	OC	4	F	FB	4	C	CB	11	D	DA
2	60	30	20	4	F	FK	6	A	AE	8	B	BA	10	D	DK

Задание 6. Определение положения центра тяжести тела.

Определить координаты центра тяжести плоской фигуры, показанной на рис.



Расчетно-графическая работа 2. Кинематика.

Задание 1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения.

По заданным уравнениям движения точки M установить вид ее траектории и для момента времени $t=t_1$. (с) найти положение точки на траектории, ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории.

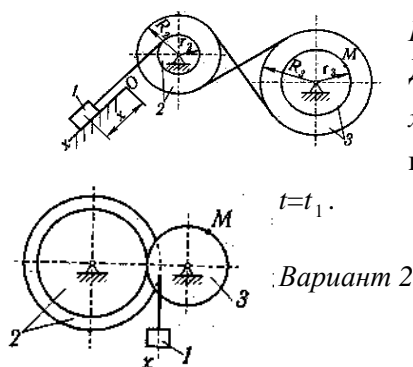
Вариант 1

$$x = -4\cos(\pi/3) - 1, \text{ см}; \quad y = -4\sin(\pi/3), \text{ см}; \quad t_1 = 1,0 \text{ с.}$$

Вариант 2

$$x = -2t^2 + 3, \text{ см}; \quad y = -5t, \text{ см}; \quad t_1 = 0,5 \text{ с.}$$

Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях.



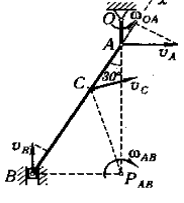
Вариант 1

Дано: схема механизма (рис.), $R_2 = 50 \text{ см}$, $r_2 = 25 \text{ см}$, $R_3 = 65 \text{ см}$, $r_3 = 40 \text{ см}$, $x_0 = 14 \text{ см}$, $V_0 = 5 \text{ см/с}$, $x_2 = 168 \text{ см}$, $t_1 = 1 \text{ с}$, $t_2 = 2 \text{ с}$. Найти уравнение движения груза, а также скорости и ускорения груза и точки M в момент времени

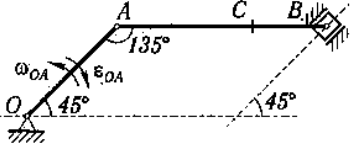
Дано: схема механизма (рис.), $R_2 = 60\text{см}$, $r_2 = 45\text{см}$, $R_3 = 36\text{см}$, $x_0 = 2\text{см}$, $V_0 = 12\text{см/с}$, $x_2 = 173\text{см}$, $t_2 = 3\text{с}$, $t_1 = 2\text{с}$. Найти уравнение движения груза, а также скорости и ускорения груза и точки M в момент времени $t = t_1$.

Задание 3. Кинематический анализ плоского механизма.

Найти для заданного положения механизма скорости и ускорения точек B и C , а также угловую скорость и угловое ускорение звена, которому эти точки принадлежат.



Вариант 1
Дано: $OA = 10\text{ см}$, $AB = 60\text{ см}$, $AC = 20\text{ см}$, $\omega_{OA} = 1,5\text{ рад/с}$, $\varepsilon_{OA} = 2\text{ рад/с}^2$.



Вариант 2
 $OA = 35\text{ см}$, $AB = 60\text{ см}$, $AC = 40\text{ см}$, $\omega_{OA} = 4,0\text{ рад/с}$, $\varepsilon_{OA} = 10\text{ рад/с}^2$.

Задание 4. Определение кинематических характеристик движения твердого тела и его точек по уравнениям Эйлера.

Заданы уравнения сферического движения твердого тела $\psi = \psi(t)$, $\theta = \theta(t)$ и $\varphi = \varphi(t)$, где ψ , θ и φ – углы Эйлера. Определить для момента времени $t = t_1$ угловую скорость и угловое ускорение тела, а также скорость и ускорение точки M , координаты которой в подвижной системе, жестко связанной с телом, ξ , η , ζ .

Вариант 1

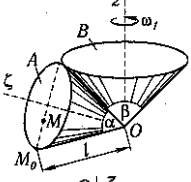
$$\psi = 2t^2 + 3t, \text{ рад}; \quad \theta = \pi/6, \text{ рад}; \quad \varphi = 24t, \text{ рад}; \quad \xi = 3\text{ см}, \quad \eta = 2\text{ см}, \quad \zeta = 5\text{ см}, \quad t_1 = 1\text{ с}.$$

Вариант 2

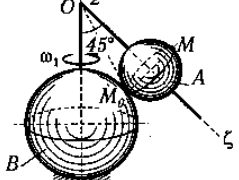
$$\psi = 3t^2 + 6t, \text{ рад}; \quad \theta = \pi/3, \text{ рад}; \quad \varphi = 4t, \text{ рад}; \quad \xi = 2\text{ см}, \quad \eta = 5\text{ см}, \quad \zeta = 4\text{ см}, \quad t_1 = 1\text{ с}.$$

Задание 5. Кинематический анализ движения твердого тела, катящегося без скольжения по неподвижной поверхности и имеющего неподвижную точку.

Тело A катится без скольжения по поверхности неподвижного тела B , имея неподвижную точку O . Ось Oz тела A вращается вокруг неподвижной оси Oz и имеет при заданном положении тела A угловую скорость ω_1 и угловое ускорение ε_1 . Определить угловую скорость и угловое ускорение тела A , а также скорость и ускорение точки M в указанном положении тела A .



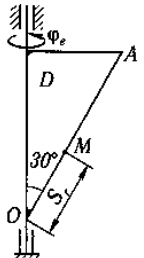
Вариант 1
Дано: $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 90^\circ$, $OM_0 = l = 30\text{ см}$, $\omega_1 = 1,2\text{ рад/с}$, $\varepsilon_1 = 27\text{ рад/с}^2$, $M_0M = 10\text{ см}$.



Вариант 2
Дано: $OM_0 = l = 30\text{ см}$, $\omega_1 = 2,3\text{ рад/с}$, $\varepsilon_1 = 4\text{ рад/с}^2$, $M_0M = 16\text{ см}$.

Задание 6. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки

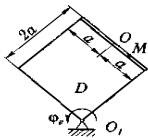
Точка M движется относительно тела D . По заданным уравнениям относительного движения точки M и движения тела D определить для момента времени $t = t_1$ абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки M .



Вариант 1

$$s_r = OM = 16 - 8\cos(3\pi t), \text{ см}, \quad \varphi_e = 0,9t^2 - 9t^3, \text{ рад}, \quad t_1 = 2/9 \text{ с.}$$

Вариант 2



$$s_r = OM = 18\sin(\pi/4), \text{ см}, \quad \varphi_e = -t^2 + 2t^3, \text{ рад}, \quad t_1 = 2/3 \text{ с}, \quad a = 25 \text{ см.}$$

Расчетно-графическая работа 3. Динамика материальной точки.

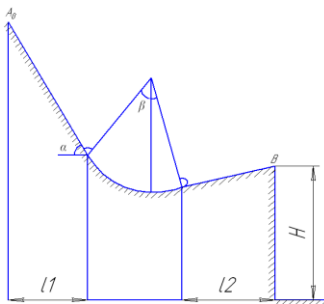
Задание 1. Исследование движения материальной точки

Вариант 1

Точка M поднимается по негладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтальной плоскостью. В начальный момент скорость точки равнялась $V_0 = 15$ м/с. Коэффициент трения $f = 0,1$. Какой путь пройдет эта точка?

Вариант 2

Материальная точка P движется из положения A с начальной скоростью V_0 по участкам



указанного профиля. На криволинейном участке радиуса R и при свободном полете тело не испытывает сопротивления. На участке l_1 действует сила трения с коэффициентом f , на участке l_2 - сила сопротивления $f_C = k_o m V^n$, пропорциональной скорости в n -ой степени.

На каждом участке необходимо определить:

- 1) скорость движения в зависимости от времени и координат, а на криволинейном участке - в зависимости от угла;
- 2) кинематические уравнения движения;
- 3) скорость в конце участка;
- 4) продолжительность движения (за исключением криволинейного участка);
- 5) нормальное давление в характерных точках участка.

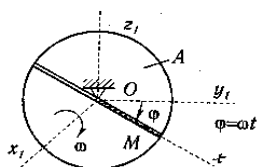
При исследовании свободного полета необходимо дополнительно определить:

- 6) горизонтальную составляющую дальности полета;
- 7) наибольшую высоту поднятия;
- 8) уравнение траектории.

Исходные данные: $P = 10 \text{ Н}$, $f = 0,10$, $K_o = 5,05$, $V_0 = 3,0 \text{ м/с}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $l_1 = 20,0 \text{ м}$, $l_2 = 14,0 \text{ м}$, $R = 8,0 \text{ м}$, $H = 20,0 \text{ м}$.

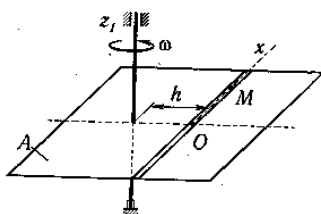
Задание 2. Исследование относительного движения материальной точки.

Шарик M , рассматриваемый как материальная точка, перемещается по цилиндрическому каналу движущегося тела A . Найти: уравнение относительного движения этого шарика $x = x(t)$, приняв за начало отсчета точку O ; координату x и давление шарика на стенку канала при заданном значении $t = t_1$.



Вариант 1

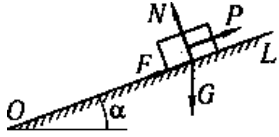
Дано: $m = 0,02$ кг; $\omega = \pi$ рад/с; $x_0 = 0$; $\dot{x}_0 = 0,4$ м/с; $t_1 = 0,5$ с; $f = 0$.



Вариант 2

Дано: $m=0,02$ кг; $\omega=\pi$ рад/с; $x_0=0$; $\dot{x}_0=0,2$ м/с; $t_1=0,4$ с; $r=0,15$ м; $f=0$.

Задание 3. Применение теоремы об изменении количества движения к определению скорости материальной точки.



Телу массой m сообщена начальная скорость v_0 , направленная вверх по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. На тело действует сила \vec{P} , направленная в ту же сторону (рис.). Зная закон изменения силы $P = P(t)$ и коэффициент трения скольжения f , определить скорость тела в моменты времени t_1, t_2, t_3 и проверить полученный результат для момента времени t_1 с помощью дифференциального уравнения движения.

При построении графика изменения силы P по заданным ее значениям P_0, P_1, P_2, P_3 для моментов времени t_0, t_1, t_2, t_3 считать зависимость $P = P(t)$ между указанными моментами времени линейной.

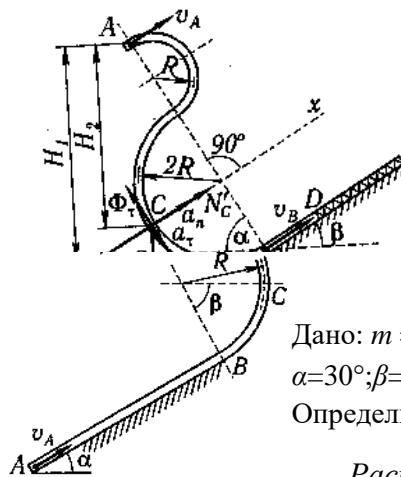
Вариант 1

Дано: $m = 35$ кг; $v_0 = 5,4$ м/с; $t_1=4$ с; $t_2=10$ с; $t_3=18$ с; $P_0=100$ Н; $P_1=200$ Н; $P_2=150$ Н; $P_3=250$ Н; $\alpha=25^\circ$; $f=0,1$.

Вариант 2

Дано: $m = 40$ кг; $v_0 = 10$ м/с; $t_1=3$ с; $t_2=8$ с; $t_3=12$ с; $P_0=0$; $P_1=250$ Н; $P_2=300/200$ Н; $P_3=150$ Н; $\alpha=30^\circ$; $f=0,1$.

Задание 4. Применение основных теорем динамики к исследованию движения материальной точки.



Вариант 1

Дано: $m = 0,5$ кг; $v_A = 0,8$ м/с; $\tau=0,1$ с время движения на участке BD);

$R=0,2$ м; $f=0,1$; $\alpha=60^\circ$; $\beta=30^\circ$; $h_0=0$; $c=10$ Н/см.

Определить v_B, v_C, N_C, v_D, h .

Вариант 2

Дано: $m = 0,5$ кг; $v_A = 20$ м/с; $\tau=2$ время движения на участке BD); $R=0,2$ м; $f=0,2$; $\alpha=30^\circ$; $\beta=45^\circ$.

Определить v_B, v_C, N_C .

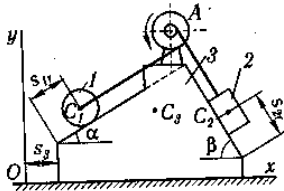
Расчетно-графическая работа 4. Динамика механической системы.

Задание 1. Применение теоремы о движении центра масс к исследованию движения механической системы.

Тела 1 и 2 движутся по отношению к телу 3 с помощью механизмов, установленных на этом теле (силы, приводящие в движение механизмы, являются внутренними силами данной механической системы). Тело 3 находится на горизонтальной плоскости.

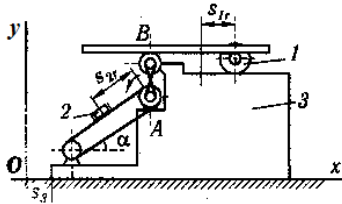
1. Предполагая горизонтальную плоскость гладкой, определить зависимость между перемещением $s_3 = s_3(t)$ тела 3 и относительным перемещением $s_r = s_r(t)$ тела 1 (по отношению к телу 3), если механическая система в начале рассматриваемого движения ($t=0$) находилась в состоянии покоя, причем $s_{r0} = s_{2r0} = s_{3r0} = 0$; определить также зависимость горизонтальной составляющей реакции R_x одного из упоров, которые удерживали бы тело 3 от перемещения, от относительного перемещения $s_r = s_r(t)$

2. Предполагая горизонтальную плоскость шероховатой, написать дифференциальное уравнение движения тела 3; определить условие, при котором тело 3 (при заданных параметрах системы) придет в движение, и найти зависимость между $s_3(t)$ и $s_{1r}(t)$, считая, что дальнейшее движение происходит при соблюдении этого условия (при $t = 0 \dot{s}_{1r0} = \dot{s}_{2r0} = \dot{s}_{3r0} = 0, s_{1r0} = s_{2r0} = s_{3r0} = 0$).



Вариант 1

Дано: $m_1 = 600$ кг; $m_2 = 240$ кг; $m_3 = 400$ кг; $R_A/r_A = 3$; $\alpha = 30^\circ$; $\beta = 60^\circ$; $f_{сц} = 0,11$; $f = 0,10$.



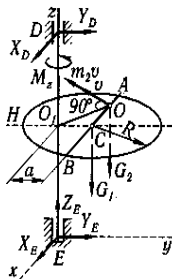
Вариант 2

Дано: $m_1 = 800$ кг; $m_2 = 200$ кг; $m_3 = 800$ кг; $R_A/r_A = 2$; $R_B/r_B = 2$; $R_1/r_1 = 3$; $\alpha = 30^\circ$; $r_A = r_B$.

Задание 2. Применение теоремы об изменении кинетического момента к определению угловой скорости твердого тела.

Тело H массой m_1 вращается вокруг вертикальной оси z с постоянной угловой скоростью ω_0 ; при этом в точке O желоба AB тела H на расстоянии AO от точки A , отсчитываемом вдоль желоба, закреплена материальная точка K массой m_2 . В некоторый момент времени ($t = 0$) на систему начинает действовать пара сил с моментом $M_z = M_z(t)$. При ($t = \tau$) действие пары сил прекращается.

Определить угловую скорость ω_r тела H в момент $t = \tau$.

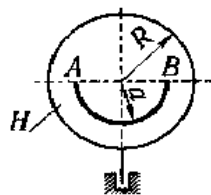


Вариант 1

Дано: $m_1 = 200$ кг; $m_2 = 80$ кг; $M_z = 592t$ Н·м; $\omega_0 = -2$ рад/с; $AO = 0,8$ м; $R = 2,4$ м; $a = 1,2$ м; $t = \tau = 4$ с; $OK = s = 0,5t_1^2$ м; $t_1 = T = 2$ с.

Вариант 2

Дано: $m_1 = 80$ кг; $m_2 = 20$ кг; $M_z = 240\sqrt{t}$ Н·м; $AO = \pi \cdot a/2$ м; $\tau = 4$ с; $T = 2$ с; $OK = s = (\pi a/4)t_1$ м;

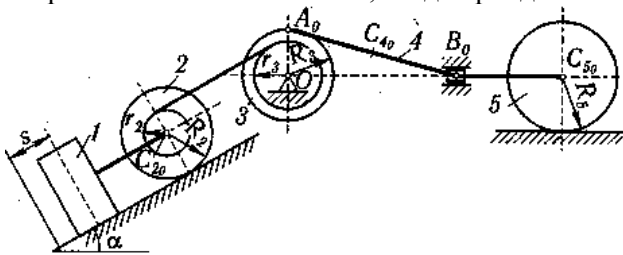


Задание 3.

к

Применение теоремы об изменении кинетической энергии изучению движения механической системы.

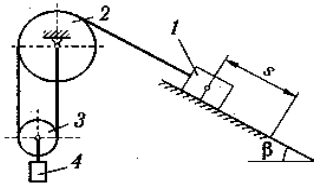
Механическая система под действием сил тяжести приходит в движение из состояния покоя; начальное положение системы показано рис. Учитывая трение скольжения тела 1 и сопротивление качению тела, катящегося без скольжения, пренебрегая другими силами сопротивления и массами нитей, предполагаемых нерастяжимыми, определить скорость тела 1 в тот момент, когда пройденный им путь станет равным s .



Вариант 1

Дано: m_1 - масса груза 1; $m_2 = 2m_1$; $m_3 = m_1$; $m_4 = 0,5m_1$; $m_5 = 20m_1$; $R_2 = R_3 = 12$ см; $r_2 = 0,5R_2$; $r_3 = 0,75R_3$; $R_5 = 20$ см; $AB = l = 4 R_3$; $i_{3x} = 10$ см; $i_{2z} = 8$ см; $\alpha = 30^\circ$; $f = 0,10$; $\delta = 0,2$ см; $s = 0,06\pi$ м.

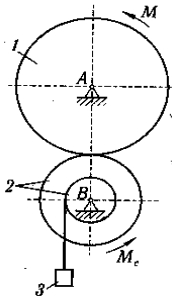
Сопротивление качению тела 2 не учитывать. Шатун 4 считать тонким однородным стержнем; каток 5 – однородный сплошной цилиндр. Массами звена BC_5 и ползуна B пренебречь.



Вариант 2

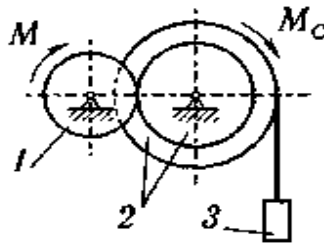
Дано: m_1 - масса груза 1; $m_2 = 4m_1$; $m_3 = 0,2m_1$; $m_4 = 4/3m_1$; $\beta=60^\circ$; $f=0,10$; $s=2$ м.

Задание 4. Исследование поступательного и вращательного движений твердого тела.



Вариант 1

Дано: $m_1 = 100$ кг; $m_2 = 150$ кг; $m_3 = 400$ кг; $M=4200+200t$; $M_c=2000$ Н·м=Const; $R_1 = 60$ см; $R_2 = 40$ см; $r_2 = 20$ см; $i_{x1} = 20\sqrt{2}$ см; $i_{x2} = 30$ см; $\omega_{10} = 2$ рад/с



Вариант 2

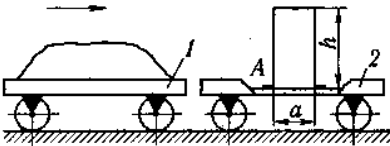
Дано: $m_1 = 100$ кг; $m_2 = 300$ г; $m_3 = 500$ кг; $R_1 = 20$ см; $r_2 = 40$ см; $i_{x2} = 50$ см; $M=21+20t$; $M_c=100$ Н·м; $\omega_{10} = 2$ рад/с

$R_2 = 60$ см;

Н·м=Const;

$t_1 = 2$ с.

Задание 5. Исследование соударений твердых тел.

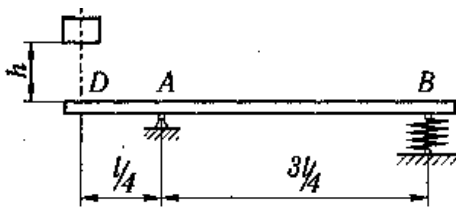


Вариант 1

Тележка 1 общей $m_1 = 6000$ кг, движущаяся со скоростью $v_1 = 2,5$ м/с по горизонтальному прямолинейному пути, наталкивается на неподвижную тележку 2, имеющую вместе с контейнером массу $m_2 = 4000$ кг. В конце соударения тележка 2 приобретает скорость

$u_2 = 2$ м/с, а контейнер - угловую скорость вращения вокруг ребра A , закрепленного упорной планкой.

Считать контейнер массой $m_0 = 500$ кг однородным прямоугольным параллелепипедом ($a = 0,8$ м, $h = 1,5$ м). Вертикальные плоскости соударения тележек полагать гладкими. Поверхность рельсов абсолютно шероховата, т. е. препятствует проскальзыванию колес при соударении тележек. Моменты инерции колес относительно их осей пренебрежимо малы. Определить скорость тележки 1 в конце соударения с тележкой 2, а также ударный импульс, воспринимаемый упорной планкой.



Вариант 2

Груз массой $m_0 = 500$ кг падает с высоты $h = 1$ м в точку D абсолютно жесткой балки, имеющей шарнирно-неподвижную опору A и упругую опору B , коэффициент жесткости которой $c = 20000$ Н/см; удар груза о балку - неупругий. Масса балки $m = 6000$ кг, ее длина $l = 4$ м. Горизонтальное положение балки, показанное на чертеже, соответствует статической деформации упругой опоры под воздействием веса балки. Принять балку за тонкий однородный стержень, а груз - за материальную точку.

Определить ударный импульс, воспринимаемый балкой в точке D , а также наибольшую деформацию упругой опоры, считая, что движение точки B происходит по прямой.

5.3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Оценочные средства, используемые для текущего контроля успеваемости студентов и их промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля), их виды и формы, требования к ним и шкалы оценивания приведены в Приложении к РПД «Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) «Теоретическая механика».

6. Рекомендуемые образовательные технологии

В данном курсе используются классические аудиторные методы обучения.

Для проработки и закрепления лекционного материала по дисциплине «Теоретическая механика» применяются:

Технология	Кол-во ауд. часов при изучении дисциплины
1. Иллюстративный материал, представленный в слайдах.	2
2. Решение ситуационных задач.	4
3. Работа в малых группах	4
Всего (% занятий, проводимых в интерактивных формах	10 (6,95/4%)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1.	Игнатьева Т.В. Теоретическая механика. Статика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.В. Игнатьева, Д.А. Игнатьев. Электрон. текстовые данные. - Саратов: Вузовское образование, 2018. -101 с. Режим доступа (по паролю): http://www.iprbookshop.ru/72539.html .	2018
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 .	2009
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	2010
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.	2008

б) дополнительная литература

№ п/п	Наименование книги	Год издания
1.	Жилин П.А. Теоретическая механика. Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 146 с.	2001
2.	Теоретическая механика. – Электронный ресурс: Лекторий. http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhysics-TheoreticalMechanics-14L . Доступ свободный.	2010
3.	Теоретическая механика. – Электронный ресурс: электронный учебный курс. - http://www.teoretmeh.ru/ - Доступ свободный.	2008
4.	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	2006

в) программное обеспечение

1. KMPlayer.
2. MS Office 2016.
3. OpenOffice.

г) методические указания

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.; Высш. шк. 2012.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике/Под ред. А.А.Яблонского. –М.: ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 2008.
3. Мещеряков В.Б. Курс теоретической механики: Учебник/ М.: Издательство: МИИТ, 2006 г.
4. 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.
5. Определение ускорения силы тяжести с помощью математического и обратного маятников. Методические указания /Т В.Кривко. -Самара: Изд-во СГАУ, 2007.
6. Определение моментов инерции методом крутильных колебаний. ./Т В.Кривко. -Самара: Изд-во СГАУ, 2008.
5. Теоретическая механика. – Электронный ресурс: Лекторий. <http://lectoriy.mipt.ru/course/TheoreticalPhysics-TheoreticalMechanics-14L>. Доступ свободный.
6. Теоретическая механика. – Электронный ресурс: электронный учебный курс. - <http://www.teoretmeh.ru/> - Доступ свободный.
7. Исследование движения материальной точки. Методические указания/ Ф.А.Уразбахтин. – Ижевск: изд-во ИжГТУ, 2010. -24с.
8. Малые колебания систем с одной степенью свободы/ Ф.А.УРАЗБАХТИН. – Ижевск: изд-во ИЖГТУ, 2011. -28с.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ п/п	Наименование оборудования учебных кабинетов, объектов для проведения занятий с перечнем основного оборудования
1.	Учебная мультимедийная аудитория 314. Воткинского филиала. Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная, проектор, компьютер.
2.	Аудитория №219. Именная лаборатория конструирования и проектирования ракет АО «Воткинский завод». Оборудование: парты, стол преподавателя, доска аудиторная, ноутбук, компьютеры, телевизор, стенд (наглядное пособие).
3.	Аудитория для самостоятельной работы обучающегося - читальный зал Воткинского филиала ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». Оборудование: Столы, компьютеры

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ
НА УЧЕБНЫЙ ГОД**

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году

Учебный год	«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись, дата)
2018-2019	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 25.08.2018 г.
2019-2020	Изменений нет <i>У</i> - Уразбахтин Ф.Ф. 26.08.2019 г.
2020-2021	
2021-2022	
2022-2023	
2023-2024	
2024-2025	

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Федеральное государственное бюджетное федеральное образовательное учреждение
высшего образования

«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Воткинский филиал

Кафедра «Ракетостроение»

(наименование кафедры)

	<p>УТВЕРЖДЕН на заседании кафедры «24» августа 2018 г., протокол № 1 Заведующий кафедрой  Уразбахтин Ф.А. (подпись)</p>
--	---

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

(наименование дисциплины)

24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов. Специализация – РАКЕТЫ С РАКЕТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

Воткинск
2018

Содержание

<i>Раздел</i>	<i>Стр.</i>
Содержание	2
Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Теоретическая механика»	3
1. Зачетно-экзаменационные материалы	4
2. Комплекты оценочных средств	7
3. Темы для самостоятельной работы	13
4. Критерии формирования оценок на экзаменах	14

**Паспорт
фонда оценочных средств по дисциплине**

Теоретическая механика

(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия, определения и аксиомы статики твердого тела	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
2	Сходящиеся силы и пары сил.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
3	Преобразование и равновесие произвольной пространственной системы сил. Частные случаи системы сил.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	Темы для самостоятельной работы
4	Центр параллельных сил и центр тяжести.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
5	Трение твердых тел.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	Собеседование по вопросам по лекционному материалу
6	Основные определения кинематики точки.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
7	Кинематика точки в криволинейных координатах.	ОПК-1, ОПК-2.	
8	Простейшие движения твердого тела.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
9	Плоскопараллельное движение твердого тела.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
10	Сложное движение точки.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
11	Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки и общий случай движения.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	Темы для самостоятельной работы
12	Теорема о сложении ускорений для точки в общем случае.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
13	Кинематика сложных движений твердого тела.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	Собеседование по вопросам по лекционному материалу
14	Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
15	Колебательные движения материальной точки	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
16	Механическая система и ее характеристики. Теорема о движении центра масс	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
17	Теорема об изменении количества движения	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	

18	Теорема об изменении кинетического момента	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
19	Теорема об изменении кинетической энергии.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
20	Принцип Даламбера и метод кинетостатики.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
21	Принцип возможных перемещений.	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
22	Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	
23	Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	Темы для самостоятельной работы
24	Основы теории удара	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6.	Собеседование по вопросам по лекционному материалу

- Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

1. Зачетно-экзаменационные материалы

1.1.1. Перечень контрольных вопросов для проверки остаточных знаний и 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.

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.

2. Комплекты оценочных средств

2 семестр

2.1.1. Вопросы к собеседованию: по лекционному материалу

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.*»:

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 освобожденности 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.

б) на темы: «*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*»:

1. Основные определения кинематики точки.
2. Определение траектории, скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения.

3. Определение траектории, скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
4. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения: естественные координатные оси и их орты.
5. Скорость и ускорение точки в полярных координатах.
6. Теорема о скоростях точек тела.
7. Поступательное движение твердого тела.
8. Вращательное движение: уравнение вращательного движения; угловая скорость и угловое ускорение тела.
9. Траектории, скорости и ускорения точек тела.
10. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела.
11. Векторные формулы для линейной скорости, касательного и нормального ускорений точки тела
12. Уравнение движения.
13. Угловая скорость и угловое ускорение тела при плоскопараллельном движении.
14. Определение скоростей точек тела. Метод полюса.
15. Мгновенный центр скоростей. Различные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.
16. Определение ускорений точек тела. Мгновенный центр ускорения. Способы вычисления.
17. Основные понятия и определения сложного движения точки.
18. Теорема сложения скоростей в сложном движении точки.
19. Теорема сложения ускорений.
20. Причины появления ускорения Кориолиса. Вычисление и построение ускорения Кориолиса.
21. Частный случай теоремы о сложении ускорений при поступательном переносном движении.
22. Углы Эйлера. Уравнение вращения тела вокруг неподвижной точки.
23. Теорема о конечном перемещении тела, имеющего одну неподвижную точку.
24. Сложение поступательных движений.
25. Сложение вращательных движений твердого тела.
26. Сложение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела.
27. Кинематические уравнения Эйлера.

3 семестр

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»:

1. Основные определения. Аксиомы динамики.
2. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
3. Дифференциальное уравнение и начальные условия прямолинейного движения.
4. Механическая система. Масса и центр масс системы.
5. Момент инерции относительно оси. Моменты инерции относительно координатных осей.
6. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
7. Теорема о движении центра масс.

8. Законы сохранения движения центра масс.
9. Свободные гармонические колебания материальной точки.
10. Вынужденные колебания материальной точки с учетом.
11. Явление резонанса.
12. Центр масс системы. Моменты инерции.
13. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей.
14. Определение момента инерции тела относительно оси.
15. Основные динамические величины механической системы.
16. Теорема об изменении количества движения.
17. Законы сохранения количества движения.
18. Интегральная форма теоремы об изменении количества движения.
19. Кинетический момент.
20. Теорема об изменении кинетического момента.
21. Законы сохранения кинетического момента.
22. Кинетический момент твердого тела.
23. Дифференциальные уравнения движения твердого тела.
24. Работа силы. Работа силы тяжести. Работа силы упругой пружины.
25. Потенциальные силы. Вычисление потенциальной энергии.
26. Теорема об изменении кинетической энергии.
27. Принцип Даламбера.
28. Определение главного вектора и главного момента сил инерции твердого тела.
29. Поступательное движение тела с ускорением.
30. Вращательное движение тела.
39. Плоскопараллельное движение тела.
40. Уравнения связей. Классификация связей по виду их уравнений. Связи идеальные и неидеальные.
41. Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений.
42. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики.
43. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах.
44. Динамические характеристики.
45. Динамические дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки.
46. Общие положения. Действие ударной силы на материальную точку.

2.1.2. Вопросы к собеседованию по материалам практических занятий:

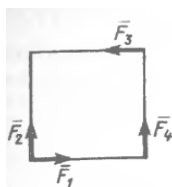
2 семестр

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.

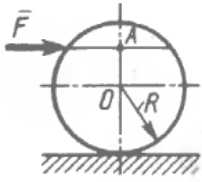
Вопрос 1. Равнодействующая R к двух равных по модулю сходящихся сил $F^1 = F^2 = 15$ Н направлена по оси Oy и равна по модулю 10 Н. Определить в градусах угол α , образованный вектором силы F^1 с положительным направлением оси Ox .



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

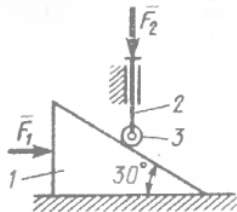
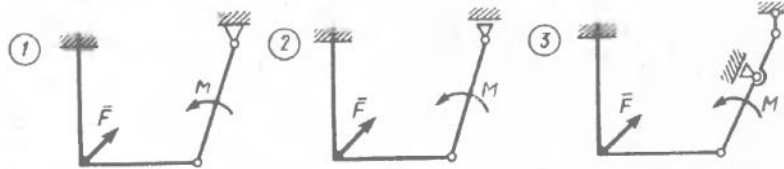
Вопрос 3. К квадрату приложена система четырех сил, причем силы $F^1 = F^2 = F^3 = 1$ Н. Определить модуль силы F^4 , при которой равнодействующая

системы $R = 2 \text{ Н}$.

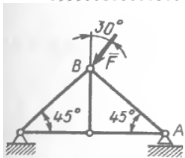


Вопрос 4. К однородному катку весом 2 кН приложена горизонтальная сила F . Определить наибольший модуль силы F , при котором каток не скользит и не катится, если коэффициент трения качения $\delta = 0,006 \text{ м}$, коэффициент трения скольжения $f = 0,2$, радиус $R = 0,6 \text{ м}$, размер $OA = 0,4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

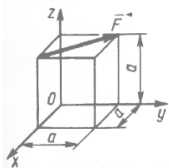
Вопрос 5. Укажите номер статически определимой системы.



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

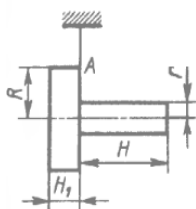


Вопрос 7. Определить усилие в стержне AB . Сила $F = 40 \text{ Н}$.



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

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



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 $H_1 = 0,5 \text{ м}$, 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.

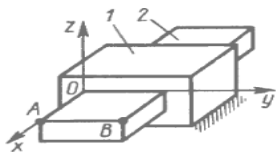
Вопрос 1. Заданы уравнения движения точки $x = \sin(t)$, $y = \cos(t)$. Определить ближайший момент времени, когда радиус-вектор точки, проведенный из начала координат, образует угол 45° с осью Ox .

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 $V_0 = 0$.

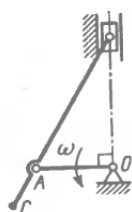
Вопрос 3. Точка движется по заданной траектории со скоростью $V = 5 \text{ м/с}$. Определить криволинейную координату s точки в момент времени $t = 18 \text{ с}$. если при $t_0 = 0$ значение координаты $s_0 = 26 \text{ м}$.

Вопрос 4. Центрифуга для тренировки космонавтов устроена так, что центр кабины с человеком находится на расстоянии $r = 5$ 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 $r = 2$ м.

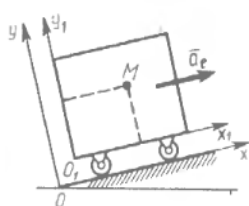


Вопрос 6. В корпусе 1 по направляющим перемещается ползун 2 по закону $x_A = 0,1 \cos(t)$, $z_A = 0$. В момент времени (с) $t' = \pi$ определить скорость точки В, если расстояние $AB = 0,3$ м.

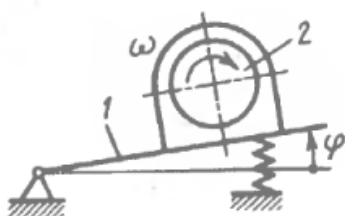


Вопрос 7. Определить угловую скорость кривошипа OA в указанном положении, если скорость точки C шатуна $V_C = 4$ м/с, длина кривошипа $OA = 0,2$ м.

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 $OM = 0,012$ м.



Вопрос 9. Тележка движется по наклонной плоскости с ускорением $a_e = 2$ м/с². 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 $\omega = 7$ рад/с. Определить максимальное значение абсолютной угловой скорости якоря.

3 семестр

Динамика. Вариант № 1.

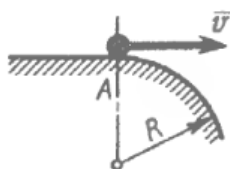
в) на темы «Способы интегрирования дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки. Колебательные движения материальной точки.

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 кинетостатики.

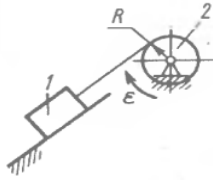
Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа и общее уравнение динамики. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах.

Динамика твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Основы теории удара»:

Решение задач:



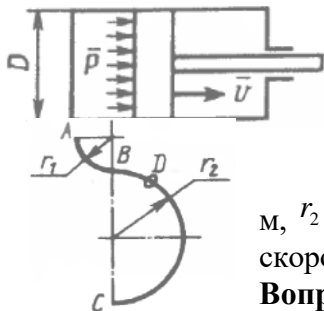
Вопрос 1. Деталь массой $m = 0,5$ кг скользит вниз по лотку. Под каким углом к горизонтальной плоскости должен располагаться лоток, для того чтобы деталь двигалась с ускорением $a = 2$ м/с²? Угол выразить в градусах.



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/с².

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/мм². 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 С, если его скорость в точке А равна нулю.

Вопрос 7. К ведущему валу привода, имеющему приведенный момент инерции $I_z = 0,5$ кг м², от двигателя приложен постоянный момент

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

Вопрос 8. Быстрое вращение вала с моментом инерции $I_z = 10$ кгм² 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.

2.2. На собеседовании:

а) по лекционному материалу задается три вопроса.

Критерии формирования оценок по результатам собеседования:

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос.
- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса.
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса;

б) по материалам практических занятий обучающемуся предлагается 10 задач.

Критерии формирования оценок по решению задач:

- «неудовлетворительно» - обучающийся правильно решил менее 5 задач;
- «удовлетворительно» - обучающийся правильно решил от 5 до 7 задач;
- «хорошо» - обучающийся правильно решил от 8 до 9 задач;
- «отлично» - обучающийся правильно решил все 10 задач.

3. Темы для самостоятельной работы

Варианты заданий для самостоятельной работы:

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.

4. Критерии формирования оценок на экзамене

Допущенным к экзамену считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- выполнивший все расчетно-графические работы;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценки на собеседованиях.

На экзаменах задается два вопроса и предлагается решить одну задачу. Оценки:

- **«удовлетворительно»** - обучающийся решил правильно задачу или дал правильный развернутый ответ, хотя бы на один вопрос;
- **«хорошо»** - обучающийся решил задачу и дал развернутый правильный ответ на один вопрос, или дал правильные развернутые ответы на оба вопроса;
- **«отлично»** - обучающийся решил правильно задачу и дал правильные развернутые ответы на оба вопроса.

5. Методика организации текущего контроля

2 семестр

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)															Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
Лекции	1А	*	*	*	*	*	*	*									Письменно конт.раб.1	6.1	30
	2А								*	*	*	*	*	*	*	*	Письменно конт.раб.2	6.1	30
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Практические занятия (семинары)	1А	*	*	*	*	*	*	*									Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	2А								*	*	*	*	*	*		*	Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Лабораторные занятия	1А																		
	2А																		
	3А																		
Самостоятельная работа	1А	*	*	*	*	*	*	*									Задания к темам лекций, практическим занятиям и РГР-1	4.1, 6.2	5
	2А								*	*	*	*	*	*	*	*	Задания к темам лекций, практическим занятиям и РГР-2	4.1, 6.2	5
Посещение занятий	1А	*	*	*	*	*	*	*										-	5
	2А						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		-	5

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)															Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
Экзамен	В конце семестра	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Экзаменационные вопросы и задачи	6.3	20
Всего баллов																		100/120	

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А,3А– 1, 2,3 контрольная точка (аттестация)

3 семестр

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)													Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
Лекции	1А	*	*	*	*	*	*	*							Письменно конт.раб.3	6.1	30
	2А								*	*	*	*	*	*	Письменно конт.раб.4	6.1	30
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Практические занятия (семинары)	1А	*	*	*	*	*	*	*	*						Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	2А									*	*	*	*	*	Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	3А	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Лабораторные занятия	1А	*				*									Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5

Вид обучения	Номер контрольной точки (КТ)	Темы лекций, практические занятия, лабораторные работы рабочей программы, подлежащие контролю (номер из 4.1)													Форма и методы контроля КТ	Номер раздела РП с примерными заданиями	Максимальный балл по каждой форме контроля
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
	2А									*				*	Работа на занятии Устно доп. вопросы	6.1	5
	3А	*				*				*				*	Устно доп. вопросы	6.1	5
Самостоятельная работа	1А	*	*	*	*	*	*	*							Задания к темам лекций, практическим занятиям и РГР-3	4.1, 6.2	5
	2А								*	*	*	*	*	*	Задания к темам лекций, практическим занятиям и РГР-4	4.1, 6.2	5
Посещение занятий	1А		*	*	*	*	*	*								-	5
	2А								*	*	*	*	*	*		-	5
Экзамен	В конце семестра	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Экзаменационные вопросы и задачи	6.3	20
ВСЕГО БАЛЛОВ																120/140	

Обозначения, используемые в таблице:

1А, 2А, 3А– 1, 2, 3 контрольная точка (аттестация)