

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Теоретическая механика»

Направления подготовки
«15.03.01 Машиностроение»

Основная профессиональная образовательная программа
«Конструкторско- технологическое обеспечение автоматизированных
машиностроительных производств»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Цель освоения дисциплины – освоение обучающимися необходимого объема фундаментальных знаний о механическом взаимодействии, равновесии и движении материальных тел.

Теоретическая механика является не только дисциплиной, дающей углубленные знания о природе, но также воспитывает у обучающихся творческие навыки в построении математических моделей природных и технических процессов, содействует выработке способностей к логическим выводам и научным обобщениям, необходимым для решения профессиональных задач.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение дисциплины «Теоретическая механика» требует основных компетенций, знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплинам:

- «Математика», «Физика», «Инженерная графика».

В ходе изучения теоретической механики обучающийся получает знания, умения и навыки для успешного изучения следующих дисциплин: «Техническая механика»; «Основы технологии машиностроения».

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать: основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений У-ОПК-1 Уметь: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; использовать основные методы химического исследования веществ и соединений В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях; методами обработки и интерпретации результатов эксперимента

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление /цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 3-ем семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часов.

Календарный план

№ раздела	№ темы	Наименование раздела/темы дисциплины	Виды учебной деятельности (час.)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
1		СТАТИКА						УО1	20
	1	Основные понятия и аксиомы статики.	2	-	-	-	2		
	2	Система сходящихся сил.	6	0,5	-	-	5,5		
	3	Теория пар сил.	4	0,5	-	-	3,5		
	4	Приведение системы сил к центру. Условия равновесия.	4	0,5	-	-	3,5		
	5	Плоская система сил.	7	0,5	-	2	4,5		
	6	Трение.	3	-	-	-	3		
	7	Пространственная система сил.	7	-	-	-	7		
	8	Центр тяжести.	4	-	-	-	4		
2		КИНЕМАТИКА						УО2	20
	9	Кинематика точки.	6	1	-	2	3		

	10	Простейшие движения твердого тела.	5	1	-	-	4		
	11	Плоское движение твердого тела.	14	2	-	2	10		
	12	Сферическое движение твердого тела. Движение свободного твердого тела.	3	-	-	-	3		
	13	Сложное движение точки.	10	-	-	-	10		
	14	Сложное движение твердого тела.	6	-	-	-	6		
3		ДИНАМИКА						УОЗ	20
	15	Введение в динамику. Законы динамики.	2	-	-	-	2		
	16	Дифференциальные уравнения движения свободной точки.	5,5	0,5	-	2	3		
	17	Несвободное и относительное движения точки.	6	-	-	-	6		
	18	Прямолинейные колебания точки.	10	-	-	-	10		
	19	Введение в динамику механической системы. Геометрия масс.	6	-	-	-	6		
	20	Теорема о движении центра масс системы.	8	-	-	-	8		
	21	Теоремы об изменении количества движения материальной точки и системы.	6,5	0,5	-	-	6		
	22	Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и кинетического момента механической системы.	6,5	0,5	-	-	6		
	23	Теорема об изменении кинетической энергии.	12,5	0,5	-	2	10		
	24	Приложение общих теорем к динамике твердого тела.	6	-	-	-	6		
	25	Принцип Даламбера. Метод кинетостатики.	2	-	-	-	2		
	26	Элементарная теория удара.	2	-	-	-	2		
	27	Принцип возможных перемещений.	7	-	-	-	7		
	28	Общее уравнение динамики.	4	-	-	-	4		
	29	Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах.	7	-	-	-	7		
	30	Малые колебания системы около положения устойчивого равновесия.	5	-	-	-	5		
		Экзамен							40
		ИТОГО	180/4	8/2	-	10/2	162		100

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Система сходящихся сил. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Понятие системы сходящихся сил. Приведение системы сходящихся сил к равнодействующей. Условия равновесия системы сходящихся сил. Статически определенные и статически неопределенные задачи. Теорема о равновесии трех непараллельных сил.	0,5	1,2,3,6
Теория пар сил. Сложение двух параллельных сил (приведение к равнодействующей). Пара сил. Момент пары (как вектор). Момент силы относительно центра (как вектор). Взаимосвязь момента пары и моментов сил пары относительно произвольной точки. Теоремы об эквивалентности и сложении пар и их следствия. Приведение произвольной системы пар к простейшему виду. Условия равновесия системы пар.	0,5	1,2,3,6
Приведение системы сил к центру. Условия равновесия. Лемма о параллельном переносе силы. Понятие главного вектора и главного момента системы сил. Основная теорема статики (теорема Пуансо о приведении произвольной системы сил к данному центру). Частные случаи приведения системы сил. Условия равновесия произвольной системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.	0,5	1,2,3,6
Плоская система сил. Момент силы относительно точки (как алгебраическая величина). Момент пары (как алгебраическая величина). Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Условия равновесия плоской системы сил. Уравнения равновесия произвольной плоской системы сил (три формы). Статически определимые и статически неопределимые системы тел. Условия равновесия рычага. Устойчивость тела при опрокидывании, коэффициент устойчивости.	0,5	1,2,3,6
Кинематика точки. Предмет и задачи кинематики. Способы задания движения точки. Скорость и ускорение точки при векторном способе задания движения. Годограф скорости точки. Скорость и ускорение точки при координатном способе задания движения (в декартовых координатах). Естественный трехгранник, естественные координатные оси. Центр и радиус кривизны траектории. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения.	1	1,2,3,6
Простейшие движения твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Теорема о поступательном движении. Уравнения поступательного движения твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела (как алгебраические величины). Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Векторные выражения окружной скорости, вращательного и центростремительного ускорений.	1	1,2,3,6
Плоское движение твердого тела. Свойства плоского движения. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение плоского движения на поступательное движение вместе с полюсом и вращение вокруг полюса. Теорема о скоростях точек	2	1,2,3,6

<p>плоской фигуры и её следствия. Мгновенный центр скоростей. Способы нахождения мгновенного центра скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры. Понятие о мгновенном центре ускорений.</p>		
<p>Дифференциальные уравнения движения свободной точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Решение первой задачи динамики точки. Решение второй задачи динамики точки при прямолинейном движении (случай: постоянной силы; силы, зависящей от скорости; силы, зависящей от положения точки; силы, зависящей от времени). Естественные уравнения движения материальной точки. Решение второй задачи динамики при криволинейном движении точки.</p>	0,5	1,2,3,6
<p>Теоремы об изменении количества движения материальной точки и системы. Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс постоянной и переменной силы. Теорема об импульсе равнодействующей. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и конечной формах. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и конечной формах. Следствия.</p>	0,5	1,2,3,6
<p>Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и кинетического момента механической системы. Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Следствия.</p>	0,5	1,2,3,6
<p>Теорема об изменении кинетической энергии. <i>Теоретические вопросы.</i> Работа постоянной силы. Работа переменной силы. Теорема о работе равнодействующей. Работа силы тяжести. Работа силы упругости. Работа постоянной силы трения. Мощность. Коэффициент полезного действия. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной и конечной формах.</p>	0,5	1,2,3,6

Перечень практических занятий

Наименование занятия. Вопросы, отрабатываемые на занятии.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
<p>Плоская система сил. Равновесие рычага. Момент силы относительно точки. Определение реакций опор твердого тела, находящегося под действием произвольной плоской системы сил. Теорема Вариньона. Определение реакций опор и внутренних реакций систем тел (составных конструкций).</p>	2	4,5,7,8
<p>Кинематика точки. Определение траектории, скорости и ускорения точки по заданным уравнениям её движения. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания её движения.</p>	2	4,5,7,8

Плоское движение твердого тела. Определение скоростей точек твердого тела при плоском движении. Определение угловой скорости. Мгновенный центр скоростей. Определение ускорений точек твердого тела при плоском движении. Определение углового ускорения.	2	4,5,7,8
Прямая и обратная задачи динамики точки. Определение сил по заданному движению. Определение параметров прямолинейного движения точки по заданным силам (при постоянной силе; при силе, зависящей только от времени; при силе, зависящей только от положения точки; при силе, зависящей только от времени). Определение параметров криволинейного движения точки по заданным силам.	2	4,5,7,8
Теорема об изменении кинетической энергии. Вычисление кинетической энергии материальных тел в различных случаях движения. Вычисление кинетической энергии механических систем. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к исследованию движения материальных тел и механических систем.	2	4,5,7,8

Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения, задания	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
Раздел 1. СТАТИКА		
Основные понятия и аксиомы статики. <i>Теоретические вопросы.</i> Предмет статики. Основные понятия статики. Основные задачи статики. Аксиомы статики. Основные виды связей.	4	1,2,3,6
Система сходящихся сил. <i>Теоретические вопросы.</i> Понятие системы сходящихся сил. Равнодействующая сходящихся сил. Геометрический и алгебраический способ определения равнодействующей. Условия равновесия системы сходящихся сил в алгебраической и геометрической формах. Теорема о равновесии трех непараллельных сил. <i>Решение задач.</i> Равновесие твердых тел под действием плоской системы сходящихся сил. Определение опорных реакций. Расчет плоской фермы методом вырезания узлов. Равновесие твердых тел под действием пространственной системы сходящихся сил.	7	1,2,3,6 4,5,7,8
Теория пар сил. <i>Теоретические вопросы.</i> Сложение двух параллельных сил (приведение к равнодействующей). Пара сил. Момент пары (как вектор). Момент силы относительно центра (как вектор). Взаимосвязь момента пары и моментов сил пары относительно произвольной точки. Теоремы об эквивалентности и сложении пар и их следствия. Приведение произвольной системы пар к простейшему виду. Условия равновесия системы пар.	6	1,2,3,6
Приведение системы сил к центру. Условия равновесия. <i>Теоретические вопросы.</i> Лемма о параллельном переносе силы. Понятие главного вектора и главного момента системы сил. Основная теорема статики (теорема Пуансо о приведении произвольной системы сил к данному центру). Частные случаи приведения системы сил. Условия равновесия произвольной системы сил. Теорема Вариньона о моменте	3,5	1,2,3,6

равнодействующей.		
<p>Плоская система сил. <i>Теоретические вопросы.</i> Момент силы относительно точки (как алгебраическая величина). Момент пары (как алгебраическая величина). Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Условия равновесия плоской системы сил. Уравнения равновесия произвольной плоской системы сил (три формы). Статически определимые и статически неопределимые системы тел. Условия равновесия рычага. Устойчивость тела при опрокидывании. Коэффициент устойчивости.</p> <p><i>Решение задач.</i> Равновесие твердых тел под действием произвольной плоской системы сил. Равновесие систем тел. Определение внутренних реакций. Определение опорных реакций. Расчет плоской фермы методом сечений (Риттера). Равновесие рычага. Проверка устойчивости твердого тела при действии опрокидывающей нагрузки, определение коэффициента устойчивости.</p>	4,5	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Трение. <i>Теоретические вопросы.</i> Законы трения скольжения. Равновесие тела при наличии трения скольжения. Угол трения, конус трения. Равновесие тела при наличии трения качения. Равновесие твердых тел при наличии трения гибких тел. Формула Эйлера.</p> <p><i>Решение задач.</i> Равновесие тела и систем тел при учете трения скольжения. Равновесие тела на наклонной плоскости. Равновесие цилиндрических и сферических твердых тел при наличии трения качения. Сопротивление перекатыванию.</p>	5	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Пространственная система сил. <i>Теоретические вопросы.</i> Момент силы относительно оси. Взаимосвязь момента силы относительно оси и момента силы относительно точки на этой оси. Аналитическое определение главного вектора и главного момента пространственной системы сил. Уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей относительно оси.</p> <p><i>Решение задач.</i> Определение главного вектора и главного момента системы сил. Приведение системы сил к данному центру. Приведение системы сил к простейшему виду. Равновесие твердых тел и систем тел под действием произвольной пространственной системы сил. Определение опорных и внутренних реакций. Равновесие частично закрепленных твердых тел.</p>	7	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Центр тяжести. <i>Теоретические вопросы.</i> Центр параллельных сил. Формулы для радиуса-вектора и координат центра параллельных сил. Равнодействующая сил тяжести твердого тела. Центр тяжести твердого тела. Центр тяжести однородного тела (объема, площади, линии). Центр тяжести плоской фигуры. Центр тяжести линии. Методы нахождения центра тяжести. Нахождение центров тяжести простейших фигур. Способы нахождения центров тяжести тел (интегрирование, симметрия, разбиение, дополнение (способ «отрицательных» весов), экспериментальный способ).</p> <p><i>Решение задач.</i> Определение положения центра тяжести однородных твердых тел различными способами.</p>	4	1,2,3,6 4,5,7,8

<p style="text-align: center;">Раздел 2. КИНЕМАТИКА</p> <p>Кинематика точки. <i>Теоретические вопросы.</i> Частные случаи движения точки. Графики движения, пути, скорости и ускорения точки. <i>Решение задач.</i> Исследование прямолинейного движения точки. Исследование криволинейного движения точки (определение траектории, скорости и ускорения, годографа скорости) при векторном, координатном и естественном способах задания движения точки.</p>	3	1,2,3,6 4,5,7,8
<p style="text-align: center;">Простейшие движения твердого тела.</p> <p><i>Теоретические вопросы.</i> Поступательное движение твердого тела. Теорема о поступательном движении. Уравнения поступательного движения твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела (как алгебраические величины). Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Векторные выражения окружной скорости, вращательного и центростремительного ускорений. Частные случаи вращательного движения тела (равномерное и равнопеременное вращение). <i>Решение задач.</i> Определение кинематических параметров поступательного движения твердого тела. Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Преобразование простейших движений твердого тела. Передаточные механизмы.</p>	4	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Плоское движение твердого тела. <i>Теоретические вопросы.</i> Свойства плоского движения. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение плоского движения на поступательное движение вместе с полюсом и вращение вокруг полюса. Теорема о скоростях точек плоской фигуры и её следствия. Мгновенный центр скоростей. Способы нахождения мгновенного центра скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры. Понятие о мгновенном центре ускорений. Способы определения мгновенного центра ускорений плоской фигуры. <i>Решение задач.</i> Составление уравнений движения плоской фигуры в её плоскости. Определение скоростей точек твердого тела при плоском движении. Определение угловой скорости. Мгновенный центр скоростей. Определение ускорений точек твердого тела при плоском движении. Определение углового ускорения. Мгновенный центр ускорений.</p>	3	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Сферическое движение твердого тела. <i>Теоретические вопросы.</i> Углы Эйлера. Уравнения сферического движения. Мгновенная ось вращения. Уравнение мгновенной оси вращения твердого тела при сферическом движении. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Определение скоростей и ускорений точек тела при сферическом движении. Распределение скоростей точек тела при сферическом движении. Проекция скорости точки тела на оси декартовых координат. <i>Решение задач.</i> Исследование сферического движения твердого тела. Пространственная ориентация тела, углы Эйлера.</p>	3	1,2,3,6

<p>Движения свободного твердого тела. <i>Теоретические вопросы.</i> Разложение движения свободного твердого тела на поступательное движение вместе с полюсом и сферическое движение вокруг полюса. Уравнения движения свободного твердого тела. Независимость векторов угловой скорости и углового ускорения свободного тела от выбора полюса. Определение скоростей и ускорений точек свободного твердого тела. <i>Решение задач.</i> Уравнения движения свободного твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек свободного тела.</p>		4,5,7,8
<p>Сложное движение точки. <i>Теоретические вопросы.</i> Относительное, переносное и абсолютное движения точки. Задание сложного движения точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса), кориолисово ускорение. Случаи отсутствия кориолисова ускорения. <i>Решение задач.</i> Уравнения движения точки. Сложение скоростей и ускорений точки (случай поступательного переносного движения, случай вращательного переносного движения).</p>	7	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Сложное движение твердого тела. <i>Теоретические вопросы.</i> Сложение поступательных движений. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений. Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение. Общий случай сложения движений твердого тела. <i>Решение задач.</i> Сложение поступательных движений. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Исследование движения планетарных и дифференциальных зубчатых механизмов с цилиндрическими колесами. Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей. Исследование движения планетарных и дифференциальных зубчатых механизмов с коническими колесами. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.</p>	6	1,2,3 4,5,7,8
<p style="text-align: center;">Раздел 3. ДИНАМИКА</p> <p>Введение в динамику. Законы динамики. <i>Теоретические вопросы.</i> Предмет динамики, основные понятия и определения. Пространство и время в классической механике. Инерциальные системы отсчета. Законы динамики (законы Галилея-Ньютона). Инертность материальных тел. Основные задачи динамики. Основные виды сил.</p>	2	1,2,3,6
<p>Дифференциальные уравнения движения свободной точки. <i>Теоретические вопросы.</i> Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Решение первой задачи динамики точки. Решение второй задачи динамики точки при прямолинейном движении (случаи: постоянной силы; силы, зависящей от скорости; силы, зависящей от положения точки; силы, зависящей от времени). Естественные уравнения движения материальной точки. Решение второй задачи динамики при криволинейном движении точки. <i>Решение задач.</i> Определение сил по заданному движению точки (случай прямолинейного движения, случай криволинейного движения). Составление и решение дифференциальных уравнений движения свободной материальной точки (случаи прямолинейного и криволинейного движения, случаи постоянных</p>	3	1,2,3,6 4,5,7,8

и переменных сил).		
<p>Несвободное и относительное движения точки. <i>Теоретические вопросы.</i> Несвободное движение точки. Движение точки по заданной неподвижной кривой. Относительное движение точки. Понятие переносной и кориолисовой сил инерции точки. Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел. <i>Решение задач.</i> Составление и решение дифференциальных уравнений движения несвободной материальной точки (случаи прямолинейного и криволинейного движения, случаи постоянных и переменных сил). Составление и решение дифференциальных уравнений относительного движения материальной точки.</p>	6	1,2,3 4,5,7,8
<p>Прямолинейные колебания точки. <i>Теоретические вопросы.</i> Свободные колебания. Свободные колебания при наличии трения скольжения. Свободные колебания при линейно-вязком сопротивлении. Аперидическое движение точки. Вынужденные колебания. Вынужденные колебания при наличии линейно-вязкого сопротивления среды. Аперидическое движение точки. Явление биений. Явление резонанса. <i>Решение задач.</i> Исследование свободных колебаний материальных тел. Влияние различных видов сопротивления на свободные колебания тела. Вынужденные колебания тела. Влияние различных видов сопротивления на вынужденные колебания тела. Биения, резонанс.</p>	7	1,2,3 4,5,7,8
<p>Введение в динамику механической системы. Геометрия масс. <i>Теоретические вопросы.</i> Механическая система. Внешние и внутренние силы. Свойства внутренних сил. Дифференциальные уравнения движения системы. Масса системы. Центр масс системы. Определение координат центра масс механической системы. Моменты инерции системы и твердого тела относительно оси. Радиус инерции. Вычисление моментов инерции простейших тел. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера). Центробежные моменты инерции. Эллипсоид инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Вычисление момента инерции твердого тела относительно произвольной оси. Понятие о тензоре инерции. <i>Решение задач.</i> Определение положения центра масс механической системы. Вычисление осевых и центробежных моментов инерции однородных тел и систем тел.</p>	6	1,2,3 4,5,7,8
<p>Теорема о движении центра масс системы. <i>Теоретические вопросы.</i> Теорема о движении центра масс. Следствия. Закон сохранения движения центра масс. <i>Решение задач.</i> Применение теоремы о движении центра масс к исследованию движения механической системы и твердого тела.</p>	2	1,2,3 4,5,7,8
<p>Теоремы об изменении количества движения материальной точки и системы. <i>Теоретические вопросы.</i> Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс постоянной и переменной силы. Теорема об импульсе равнодействующей. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и конечной формах. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения</p>	3	1,2,3,6

<p>механической системы в дифференциальной и конечной формах. Следствия. Закон сохранения количества движения механической системы.</p> <p><i>Решение задач.</i></p> <p>Применение теоремы об изменении количества движения к исследованию движения материальной точки. Определение главного вектора количеств движения механической системы. Применение теоремы об изменении количества движения к исследованию движения механической системы и твердого тела.</p>		4,5,7,8
<p>Теоремы об изменении момента количества движения материальной точки и кинетического момента механической системы.</p> <p><i>Теоретические вопросы.</i></p> <p>Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Следствия. Закон сохранения кинетического момента механической системы. Скамейка Жуковского. Необходимые условия равновесия любой механической системы.</p> <p><i>Решение задач.</i></p> <p>Применение теоремы об изменении момента количества движения к исследованию движения материальной точки. Определение кинетического момента механической системы. Применение теоремы об изменении кинетического момента к исследованию движения механической системы и твердого тела.</p>	3	1,2,3 4,5,7,8
<p>Теорема об изменении кинетической энергии.</p> <p><i>Теоретические вопросы.</i></p> <p>Кинетическая энергия механической системы и способы её вычисления. Вычисление кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, при поступательном и вращательном движениях.</p> <p>Работа сил тяжести механической системы и твердого тела. Работа внутренних сил твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Потенциальная энергия. Вычисление потенциальной энергии механической системы и твердого тела. Закон сохранения полной механической энергии системы.</p> <p><i>Решение задач.</i></p> <p>Вычисление кинетической энергии материальных тел в различных случаях движения. Вычисление кинетической энергии механических систем. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к исследованию движения материальных тел и механических систем.</p>	7	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Приложение общих теорем к динамике твердого тела.</p> <p><i>Теоретические вопросы.</i></p> <p>Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела. Дифференциальные уравнения сферического движения твердого тела. Дифференциальные уравнения движения свободного твердого тела.</p> <p><i>Решение задач.</i></p> <p>Составление и решение дифференциальных уравнений различных движений твердого тела.</p>	8	1,2,3 4,5,7,8

<p>Принцип Даламбера. Метод кинетостатики. <i>Теоретические вопросы.</i> Сила инерции материальной точки. Центробежная и касательная составляющие силы инерции точки. Принцип Даламбера для точки и механической системы. Приведение сил инерции точек твердого тела к простейшему виду (главный вектор и главный момент сил инерции). Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела. Случай вращения твердого тела вокруг его главной центральной оси инерции. Уравновешивание вращающихся тел. <i>Решение задач.</i> Применение принципа Даламбера к исследованию движения точки. Метод кинетостатики для материальной точки. Определение главного вектора и главного момента сил инерции материального тела в различных случаях его движения. Метод кинетостатики для механической системы. Определение динамических реакций подшипников вращающегося тела.</p>	7	1,2,3,6 4,5,7,8
<p>Элементарная теория удара. <i>Теоретические вопросы.</i> Основные понятия и определения теории удара. Основное уравнение теории удара. Допущения теории удара. Общие теоремы теории удара. Удар шара о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления. Прямой центральный удар двух тел. Предельные случаи. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел. Теорема Карно. Удар по телу, имеющему неподвижную ось вращения. Центр удара. <i>Решение задач.</i> Действие ударной силы на материальную точку. Прямой центральный удар двух тел. Действие ударных сил на твердое тело, имеющее неподвижную ось вращения.</p>	7	1,2,3 4,5,7,8
<p>Принцип возможных перемещений. <i>Теоретические вопросы.</i> Связи и их уравнения. Классификация связей. Возможные (виртуальные) перемещения голономной системы. Число степеней свободы голономной системы. Принцип возможных перемещений. <i>Решение задач.</i> Определение типов связей. Определение числа степеней свободы механической системы. Определение соотношений между возможными перемещениями системы. Применение принципа возможных перемещений к решению задач о равновесии сил, приложенных к механической системе с одной степенью свободы. Применение принципа возможных перемещений к определению реакций опор составной конструкции.</p>	8	1,2,3 4,5,7,8
<p>Общее уравнение динамики. <i>Теоретические вопросы.</i> Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты и обобщенные скорости механической системы. Обобщенные силы. Общее уравнение динамики в обобщенных силах. Условия равновесия в обобщенных координатах. <i>Решение задач.</i> Определение обобщенных сил инерции в системах с одной и двумя степенями свободы. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы с одной степенью свободы. Применение общего уравнения динамики для определения внешних воздействий и параметров механической системы.</p>	8	1,2,3 4,5,7,8

<p>Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах. <i>Теоретические вопросы.</i> Определение обобщенных сил в системах с одной и двумя степенями свободы. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода). Кинетический потенциал. Интеграл энергии и циклические координаты. <i>Решение задач.</i> Выявление обобщенных координат механической системы. Определение обобщенных сил в системах с одной и двумя степенями свободы. Составление уравнений Лагранжа второго рода для механических систем с одной и двумя степенями свободы. Применение уравнений Лагранжа второго рода к исследованию движения систем с одной и двумя степенями свободы. Определение кинетического потенциала механической системы.</p>	9	1,2,3 4,5,7,8
<p>Малые колебания системы около положения устойчивого равновесия. <i>Теоретические вопросы.</i> Понятие об устойчивости равновесия. Определение положений равновесия системы. Критерии устойчивости положения равновесия системы. Малые свободные колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Исследование свободных колебаний механической системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия. Малые затухающие и вынужденные колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Малые свободные колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия. Малые вынужденные колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия. <i>Решение задач.</i> Исследование свободных малых колебаний механической системы с одной степенью свободы. Исследование вынужденных малых колебаний механической системы с одной степенью свободы. Исследование свободных малых колебаний механической системы с двумя степенями свободы. Исследование вынужденных малых колебаний механической системы с двумя степенями свободы.</p>	9	1,2,3 4,5,7,8

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

При изучении дисциплины «Теоретическая механика» применяются следующие образовательные технологии:

- классическое лекционное обучение с использованием наглядных пособий;
- проведение лекций при поддержке мультимедиа;
- проведение практических занятий с решением примеров у доски, а также при поддержке мультимедиа, самостоятельное решение задач обучающимися в присутствии преподавателя;
- проблемный подход;
- разноуровневое обучение;
- самостоятельное изучение дисциплины обучающимися при помощи учебных печатных и электронных изданий;
- информационно-коммуникационные технологии – в институте имеются специализированные помещения для самостоятельной работы, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе;

- интерактивный глоссарий по теоретической механике;
- методические указания (в том числе в электронной форме) по различным разделам дисциплины.

Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (устно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Статика	З- УКЕ-1; У- УКЕ-1; В- УКЕ-1	Разноуровневые задачи и задания Расчетно-графические работы Устный опрос в форме собеседования.
2	Кинематика	З- УКЕ-1; У- УКЕ-1; В- УКЕ-1; З-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	Разноуровневые задачи и задания Расчетно-графические работы Устный опрос в форме собеседования.
3	Динамика	З- УКЕ-1; У- УКЕ-1; В- УКЕ-1; З-ОПК-1; У-ОПК-1; В-ОПК-1	Разноуровневые задачи и задания Расчетно-графические работы Устный опрос в форме собеседования.
Промежуточная аттестация			
1	Экзамен	УКЕ-1, ОПК-1	Вопросы к экзамену (устно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

Вопросы к собеседованию

Математика

1. Теорема Пифагора.
2. Теорема о длине диагонали прямоугольного параллелепипеда.
3. Теорема синусов.
4. Теорема косинусов.
5. Длина окружности. Длина дуги окружности.
6. Площади простейших фигур.
7. Объемы простейших тел.

8. Вектор. Сложение векторов. Умножение вектора на число.
9. Проекция вектора на ось. Основные теоремы о проекциях.
10. Скалярное произведение двух векторов.
11. Векторное произведение двух векторов.
12. Прямоугольная декартова система координат. Полярная система координат. Цилиндрическая система координат. Формулы перехода от одной системы координат к другой.
13. Действия над векторами, заданными своими координатами.
14. Производная функции. Таблица производных.
15. Правила вычисления производной (постоянной величины, суммы, произведения, дроби, сложной функции, параметрически заданной функции).
16. Неопределенный интеграл. Таблица интегралов.
17. Основные свойства неопределенного интеграла (интеграл дифференциала, дифференциал интеграла, производная интеграла, интеграл суммы).
18. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.
19. Кратные интегралы.
20. Криволинейный интеграл 1-го и 2-го рода.
21. Дифференциальные уравнения. Порядок уравнения.
22. Общее решение (интеграл) обыкновенного дифференциального уравнения.
23. Частное решение обыкновенного дифференциального уравнения. Задача Коши. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши.
24. Основные виды дифференциальных уравнений и методы их решения.

Физика

25. Система отсчета. Понятие скорости и ускорения точки.
26. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела.
27. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
28. Второй закон Ньютона. Инертность материальных тел.
29. Третий закон Ньютона.
30. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.
31. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела.
32. Трение. Сила трения. Закон Амонтона-Кулона.
33. Механическая система. Внешние и внутренние силы. Изолированная система.
34. Закон сохранения импульса.
35. Энергия, работа, мощность.
36. Закон сохранения энергии.
37. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.
38. Момент инерции твердого тела относительно оси.
39. Закон сохранения момента импульса.
40. Деформации твердого тела. Закон Гука.
41. Давление в жидкости и газе. Закон Паскаля. Закон Архимеда.
42. Движение тел в жидкостях и газах. Лобовое сопротивление. Подъемная сила.

Начертательная геометрия и инженерная графика

43. Метод проекций. Прямоугольное проецирование.
44. Проецирование отрезка прямой. Способ прямоугольного треугольника.
45. Взаимное положение прямой и плоскости. Угол между прямой и плоскостью.
46. Подобие. Центральная и зеркальная симметрия.
47. Построение проекций окружности.
48. Винтовая линия.
49. Поверхности и тела вращения.
50. Аксонометрические проекции.

Оценочные средства для текущего контроля

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля являются выполнение контрольных работ и расчетно-графических работ.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются устный опрос, итоговая контрольная работа.

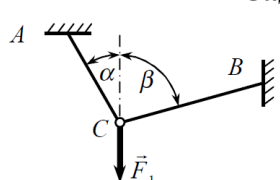
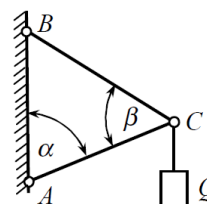
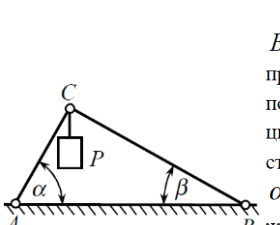
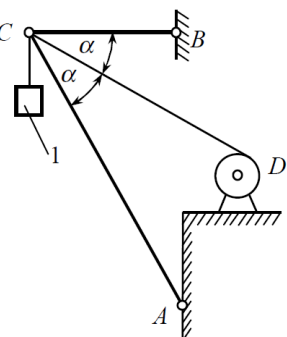
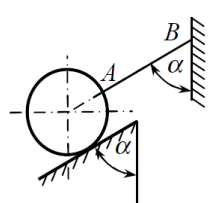
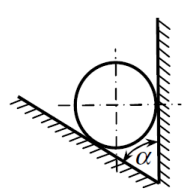
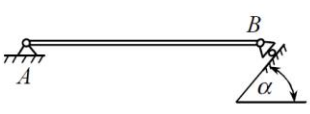
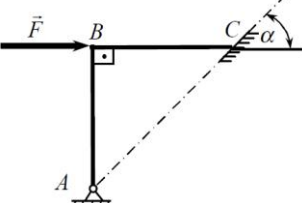
Для промежуточной аттестации предусмотрены экзаменационные вопросы и практические задания.

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу. Задания к контрольной работе приведены в ИОС. Выполнение контрольной работы позволяет закрепить теоретический материал курса. Решение задач контрольной работы является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а рецензии на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса теоретической механики.

Вариант задания контрольной работы определяется в соответствии с последними цифрами зачетной книжки студентами, которые являются шифром, по таблице для контрольных работ.

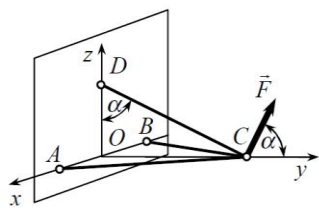
Раздел 1

Пример комплекта задач по разделу 1

Тема 2	
<i>Задачи репродуктивного уровня</i>	
<p>Задача 2.1</p>  <p>Определить модуль силы \vec{F}_3 натяжения троса BC и натяжение троса AC - \vec{F}_2. В положении равновесия углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 75^\circ$, сила $F_1 = 10H$.</p>	<p>Задача 2.2</p>  <p>Шарнирный трёхзвенник ABC удерживает в равновесии груз, подвешенный к шарнирному болту C. Вес груза $Q = 6,7H$. Заданы углы $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Считая стержни AC и BC невесомыми, определить усилия в стержнях AC и BC.</p>
<p>Задача 2.3</p>  <p>Два невесомых стержня AC и BC соединены в точке C и шарнирно прикреплены к полу. К шарниру C подвешен груз P. Определить реакцию стержня BC, если усилие в стержне AC равно $43H$, углы $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 30^\circ$. Определить также вес груза P.</p>	<p>Задача 2.4</p>  <p>Определить реакцию стержня AC, удерживающего в равновесии груз 1 весом $14H$ с помощью цепи, намотанной на барабан D и перекинутой через блок C, если угол $\alpha = 30^\circ$. Определить также усилие в стержне BC.</p>
<i>Задачи реконструктивного уровня</i>	
<p>Задача 2.5</p>  <p>Однородный шар весом $12H$ удерживается в равновесии на гладкой наклонной плоскости с помощью веревки AB. Определить давление шара на плоскость, если угол $\alpha = 60^\circ$. Определить также натяжение веревки AB.</p>	<p>Задача 2.6</p>  <p>Однородный шар весом $40H$ опирается на две плоскости, пересекающиеся под углом $\alpha = 60^\circ$. Определить давление шара на наклонную плоскость и на вертикальную плоскость.</p>
<p>Задача 2.7</p>  <p>Вес однородной горизонтальной балки AB равен $180H$. Задан угол $\alpha = 45^\circ$. Определить реакции шарнира A и шарнира B.</p>	<p>Задача 2.8</p>  <p>Изогнутый стержень ABC прикреплен к полу посредством шарнира A, а другой его конец C свободно опирается на гладкую плоскость, образующую угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтом. Определить реакции шарнира и плоскости, если на стержень действует сила $F = 10H$.</p>

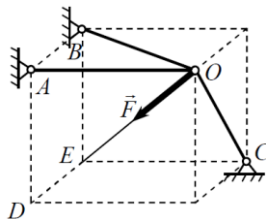
Задачи творческого уровня

Задача 2.9



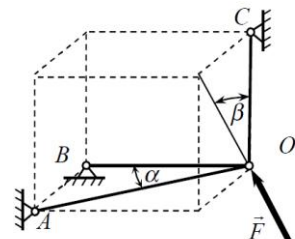
Три стержня AC , BC и DC соединены шарнирно в точке C . Определить усилие в стержне DC , если заданы сила $F = 50H$ и угол $\alpha = 60^\circ$. Сила \vec{F} находится в плоскости yOz .

Задача 2.10



Три стержня AO , BO и CO соединены в шарнире O . Определить реакцию стержня CO , возникающую под действием силы $F = 12H$, приложенной к шарниру O , если расстояния $AB = AO = AD$. Сила \vec{F} направлена по OE .

Задача 2.11



Три стержня AO , BO и CO шарнирно-стержневой конструкции соединены в точке O , к которой приложена сила $F = 18H$. Определить усилия в стержнях AO , OC и OB , если углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$.

Шкала оценивания задач по разделу 1

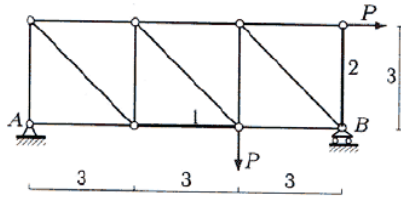
Уровень	Процент выполнения	84-100 % заданий	66-83 % заданий	50-65 % заданий	0-50 % заданий	Баллы рейтинговой оценки
	Задачи репродуктивного уровня	0,75-1	0,5-0,75	0,25-0,5	0-0,25	
Задачи реконструктивного уровня	1-1,5	0,75-1	0,5-0,75	0-0,5	0-1,5	
Задачи творческого уровня	2-2,5	1,5-2	0,75-1,5	0-0,75	0-2,5	
Итого						0-5

Задания к расчетно-графическим работам по разделу 1

РГР С1. Определение усилий в стержнях плоской фермы (тема 2)

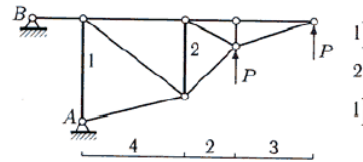
Задана схема расчетная плоской фермы. Размеры даны в метрах. Требуется определить реакции опор и усилия во всех стержнях фермы.

Вариант 1



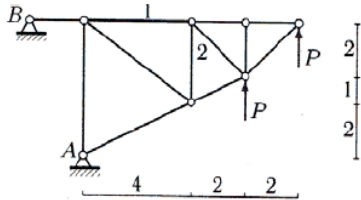
$P = 1 \text{ кН}$

Вариант 2



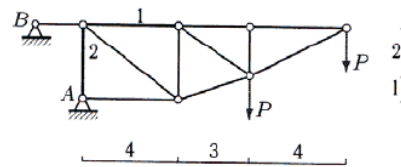
$P = 48 \text{ кН}$

Вариант 3



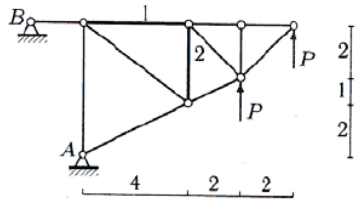
$P = 6 \text{ кН}$

Вариант 4



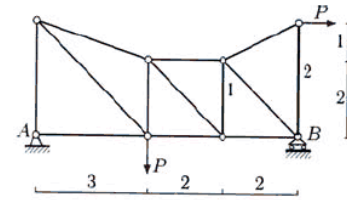
$P = 3 \text{ кН}$

Вариант 5



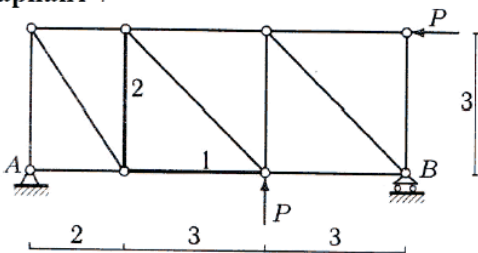
$P = 5 \text{ кН}$

Вариант 6



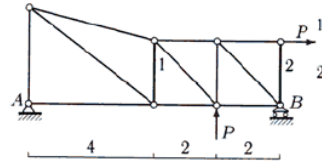
$P = 14 \text{ кН}$

Вариант 7



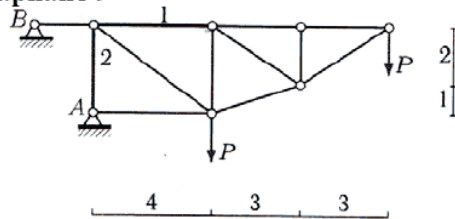
$P = 1 \text{ кН}$

Вариант 8



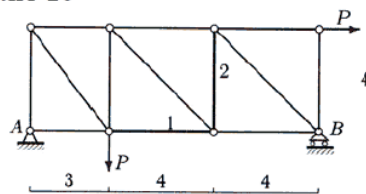
$P = 4 \text{ кН}$

Вариант 9



$P = 3 \text{ кН}$

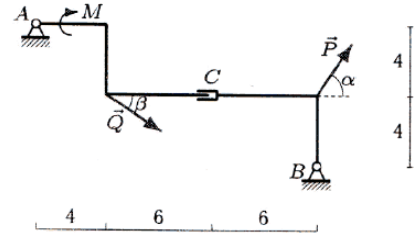
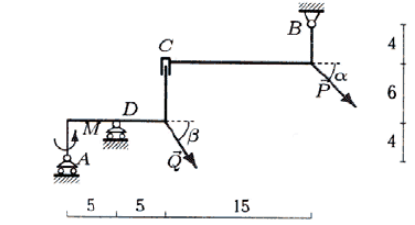
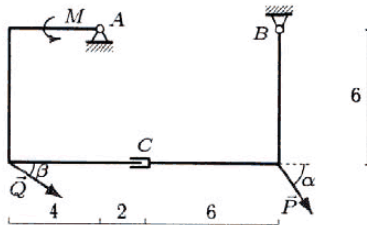
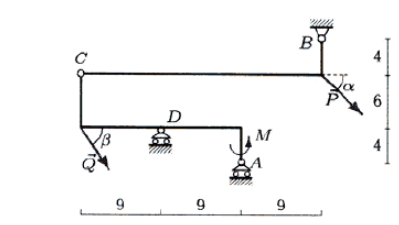
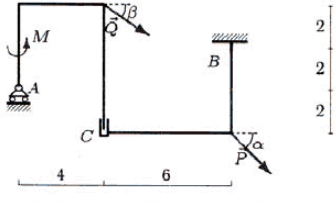
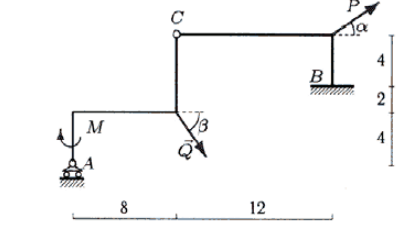
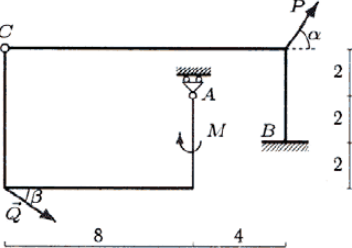
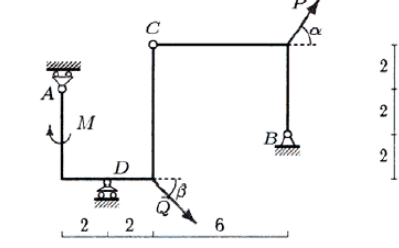
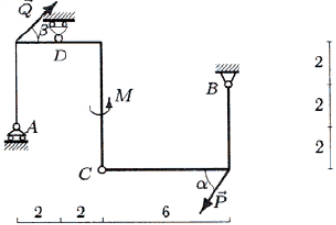
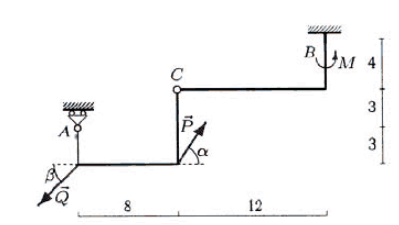
Вариант 10



$P = 11 \text{ кН}$

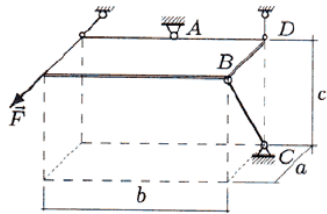
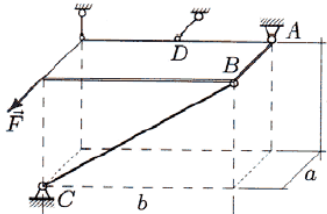
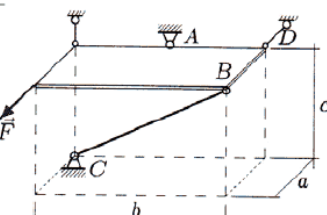
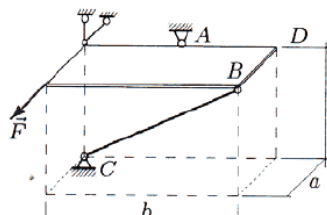
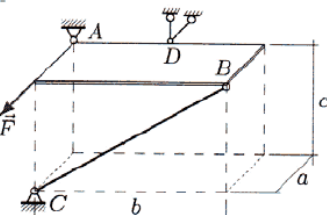
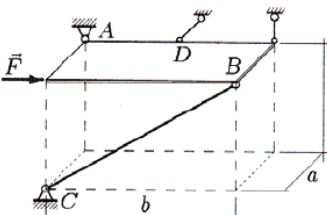
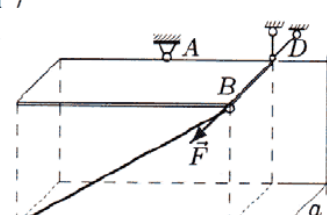
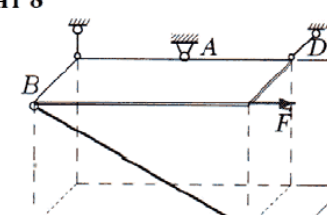
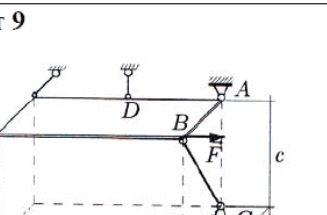
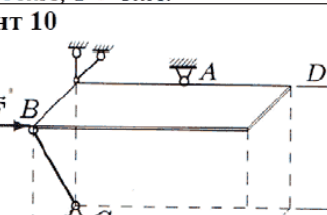
РГР С2. Определение реакций опор составной конструкции (тема 5)

Рама состоит из двух частей, соединенных шарниром или скользящей заделкой. Дан погонный вес рамы ρ , размеры в метрах и нагрузки. Требуется найти реакции опор рамы.

<p>Вариант 1</p>  <p>$P = 20 \text{ кН}, Q = 30 \text{ кН}, \alpha = 60^\circ,$ $\beta = 30^\circ, \rho = 2 \text{ кН/м}, M = 80 \text{ кНм}.$</p>	<p>Вариант 2</p>  <p>$P = 60 \text{ кН}, Q = 70 \text{ кН}, \alpha = 45^\circ,$ $\beta = 60^\circ, \rho = 4 \text{ кН/м}, M = 50 \text{ кНм}.$</p>
<p>Вариант 3</p>  <p>$P = 20 \text{ кН}, Q = 30 \text{ кН}, \alpha = 60^\circ,$ $\beta = 30^\circ, \rho = 2 \text{ кН/м}, M = 90 \text{ кНм}.$</p>	<p>Вариант 4</p>  <p>$P = 60 \text{ кН}, Q = 70 \text{ кН}, \alpha = 45^\circ,$ $\beta = 60^\circ, \rho = 3 \text{ кН/м}, M = 30 \text{ кНм}.$</p>
<p>Вариант 5</p>  <p>$P = 50 \text{ кН}, Q = 60 \text{ кН}, \alpha = 45^\circ,$ $\beta = 30^\circ, \rho = 6 \text{ кН/м}, M = 130 \text{ кНм}.$</p>	<p>Вариант 6</p>  <p>$P = 10 \text{ кН}, Q = 20 \text{ кН}, \alpha = 30^\circ,$ $\beta = 60^\circ, \rho = 5 \text{ кН/м}, M = 50 \text{ кНм}.$</p>
<p>Вариант 7</p>  <p>$P = 20 \text{ кН}, Q = 30 \text{ кН}, \alpha = 60^\circ,$ $\beta = 30^\circ, \rho = 5 \text{ кН/м}, M = 20 \text{ кНм}.$</p>	<p>Вариант 8</p>  <p>$P = 40 \text{ кН}, Q = 50 \text{ кН}, \alpha = 60^\circ,$ $\beta = 45^\circ, \rho = 3 \text{ кН/м}, M = 40 \text{ кНм}.$</p>
<p>Вариант 9</p>  <p>$P = 40 \text{ кН}, Q = 50 \text{ кН}, \alpha = 60^\circ,$ $\beta = 45^\circ, \rho = 3 \text{ кН/м}, M = 140 \text{ кНм}.$</p>	<p>Вариант 10</p>  <p>$P = 40 \text{ кН}, Q = 50 \text{ кН}, \alpha = 60^\circ,$ $\beta = 45^\circ, \rho = 5 \text{ кН/м}, M = 30 \text{ кНм}.$</p>

РГР С3. Определение реакций опор твердого тела (тема 7)

Горизонтальная однородная прямоугольная полка весом G имеет в точке A сферическую опору и поддерживается двумя невесомыми, шарнирно закрепленными по концам, стержнями (горизонтальным и вертикальным) и подпоркой BC . К полке приложена сила F , направленная вдоль одного из ее ребер. Требуется определить реакции опор конструкции.

<p>Вариант 1</p>  <p>$a = 3 \text{ м}, b = 8 \text{ м}, c = 3 \text{ м}, AD = 4 \text{ м},$ $G = 4 \text{ кН}, F = 1 \text{ кН}.$</p>	<p>Вариант 2</p>  <p>$a = 3 \text{ м}, b = 8 \text{ м}, c = 3 \text{ м}, AD = 4 \text{ м},$ $G = 3 \text{ кН}, F = 2 \text{ кН}.$</p>
<p>Вариант 3</p>  <p>$a = 3 \text{ м}, b = 8 \text{ м}, c = 3 \text{ м}, AD = 4 \text{ м},$ $G = 5 \text{ кН}, F = 3 \text{ кН}.$</p>	<p>Вариант 4</p>  <p>$a = 2 \text{ м}, b = 6 \text{ м}, c = 4 \text{ м}, AD = 3 \text{ м},$ $G = 6 \text{ кН}, F = 4 \text{ кН}.$</p>
<p>Вариант 5</p>  <p>$a = 4 \text{ м}, b = 12 \text{ м}, c = 5 \text{ м}, AD = 6 \text{ м},$ $G = 6 \text{ кН}, F = 5 \text{ кН}.$</p>	<p>Вариант 6</p>  <p>$a = 4 \text{ м}, b = 12 \text{ м}, c = 5 \text{ м}, AD = 6 \text{ м},$ $G = 7 \text{ кН}, F = 6 \text{ кН}.$</p>
<p>Вариант 7</p>  <p>$a = 6 \text{ м}, b = 10 \text{ м}, c = 4 \text{ м}, AD = 5 \text{ м},$ $G = 8 \text{ кН}, F = 7 \text{ кН}.$</p>	<p>Вариант 8</p>  <p>$a = 6 \text{ м}, b = 10 \text{ м}, c = 4 \text{ м}, AD = 5 \text{ м},$ $G = 14 \text{ кН}, F = 8 \text{ кН}.$</p>
<p>Вариант 9</p>  <p>$a = 6 \text{ м}, b = 10 \text{ м}, c = 4 \text{ м}, AD = 5 \text{ м},$ $G = 12 \text{ кН}, F = 9 \text{ кН}.$</p>	<p>Вариант 10</p>  <p>$a = 3 \text{ м}, b = 8 \text{ м}, c = 3 \text{ м}, AD = 4 \text{ м},$ $G = 14 \text{ кН}, F = 10 \text{ кН}.$</p>

Шкала оценивания расчетно-графических работ по разделу 1

№ работы	Баллы рейтинговой оценки
C1	2
C2	2
C3	1
Итого	5

Вопросы к собеседованию по разделу 1

1. Статика как раздел теоретической механики. Основные понятия статики (равновесие тела, сила, линия действия силы, система сил, свободное тело, эквивалентные системы сил, равнодействующая системы сил, уравновешенная система сил, уравновешивающая сила). Две основные задачи статики.

2. Аксиомы статики и их следствия.

3. Понятия несвободного тела и связей. Разделение сил на активные силы и реакций связей. Аксиома (принцип) освобожденности. Основные виды связей и их реакции.

4. Система сходящихся сил. Теорема о равнодействующей системы сходящихся сил. Геометрический и алгебраический способы определения равнодействующей.

5. Условия равновесия системы сходящихся сил. Геометрическая и алгебраическая формы условий равновесия системы сходящихся сил.

6. Теорема о равновесии трех непараллельных сил.

7. Сложение двух параллельных сил.

8. Пара сил. Момент пары (как вектор).

9. Теоремы об эквивалентности и сложении пар и их следствия.

10. Теорема о приведении системы пар к простейшему виду.

11. Условие равновесия системы пар.

12. Момент силы относительно точки (как вектор).

13. Взаимосвязь момента пары и моментов сил пары относительно произвольной точки.

14. Лемма о параллельном переносе силы (лемма Пуансо о приведении силы к данному центру).

15. Понятия главного вектора и главного момента системы сил. Аналитический способ определения главного вектора и главного момента системы сил.

16. Основная теорема статики (теорема Пуансо о приведении системы сил к данному центру).

17. Частные случаи приведения произвольной системы сил.

18. Условия равновесия произвольной системы сил (теорема).

19. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей системы сил относительно точки.

20. Понятие плоской системы сил. Приведение произвольной плоской системы сил к простейшему виду. Основные свойства плоской системы сил.

21. Момент силы относительно точки (как алгебраическая величина).

22. Момент пары (как алгебраическая величина).

23. Условия равновесия произвольной плоской системы сил. Уравнения равновесия произвольной плоской системы сил (три формы).

24. Условие равновесия рычага.

25. Условие устойчивости твердого тела при опрокидывании. Коэффициент устойчивости.

26. Понятие трения, виды трения. Законы трения скольжения.

27. Реакции неидеальных (шероховатых) связей. Угол трения. Конус трения.

28. Равновесие при наличии трения скольжения.

29. Трение качения. Равновесие при наличии трения качения.

30. Понятие момента силы относительно оси.

31. Взаимосвязь момента силы относительно оси и момента силы относительно точки на этой оси.

32. Аналитическое определение главного вектора и главного момента пространственной системы сил.

33. Уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил.

34. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей системы сил относительно оси.
35. Понятие системы параллельных сил. Теорема о равнодействующей системы параллельных и одинаково направленных сил.
36. Понятие центра системы параллельных сил (теорема). Формулы для вычисления координат центра системы параллельных сил.
37. Равнодействующая сил тяжести твердого тела. Понятие центра тяжести твердого тела. Формулы для вычисления координат центра тяжести тела.
38. Определение координат центра тяжести однородного твердого тела (центр тяжести объема, площади, линии).
39. Способы определения положения центров тяжести тел (интегрирование, симметрия, разбиение, способ отрицательных весов, экспериментальный способ).

Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 1

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	5
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	4
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	2-3
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-1

Раздел 2

Пример комплекта задач по разделу 2

Тема 9	
Задачи репродуктивного уровня	
<p>Задача 9.1</p> <p>Дано уравнение движения точки $x = \sin(\pi t)$. Определить скорость в ближайший после начала движения момент времени t, когда координата $x = 0,5$ м. Определить ускорение точки в этот момент времени.</p>	<p>Задача 9.2</p> <p>Точка движется по прямой с постоянным ускорением $a = 0,3 \text{ м/с}^2$. Определить начальную скорость точки, если через 6 секунд после начала движения скорость точки стала равной 3 м/с.</p>
<p>Задача 9.3</p> <p>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 точки $v_0 = 0$. Какова будет скорость точки в этот момент времени?</p>	<p>Задача 9.4</p> <p>Сколько секунд должен работать двигатель, который сообщает ракете ускорение $3g$, чтобы скорость ракеты в прямолинейном движении возросла с 3 до 5 км/с?</p>
<p>Задача 9.5</p>	<p>Задача 9.6</p>

Заданы уравнения движения точки $x = 2t$, $y = 1 - \sin(0,1t)$. Определить ближайший момент времени, когда точка пересечет ось Ox . Определить также скорость точки в этот момент времени.	Проекция вектора скорости точки на ось x $v_x = 2\cos(\pi t)$. Определить координату x_1 точки в момент времени $t_1 = 1$ с, при $t_0 = 0$ координата $x_0 = 0$.
Задача 9.7 Даны проекции вектора скорости точки на координатные оси: $v_x = 3t$, $v_y = 2t^2$, $v_z = t^3$. Определить модуль вектора ускорения в момент времени $t_1 = 1$ с и его направление (направляющие косинусы). Расстояния даны в метрах, время – в секундах.	Задача 9.8 Даны уравнения движения точки: $x = 0,3t^3$, $y = 2t^2$. Определить, в какой момент времени t ускорение точки равно 7 см/с^2 . Определить также скорость точки в этот момент времени. Координаты x и y заданы в сантиметрах, время – в секундах.
Задача 9.9 Положение точки на плоскости определяется её радиус-вектором $\vec{r} = 0,3t^2\vec{i} + 0,1t^3\vec{j}$. Определить модуль вектора ускорения точки в момент времени $t_1 = 2$ с и его направление (по направляющим косинусам). Расстояния даны в метрах, время – в секундах.	Задача 9.10 Точка движется по окружности согласно уравнению $s = 0,5t^2 + 4t$. Найти полное ускорение точки в момент времени, когда её скорость достигнет 10 м/с . Радиус окружности $R = 1 \text{ м}$.
Задачи реконструктивного уровня	
Задача 9.11 Касательное ускорение точки $a_t = 0,2t$. Определить момент времени t_1 , когда скорость v точки достигнет величины 10 м/с , если при $t_0 = 0$ скорость точки $v_0 = 2 \text{ м/с}$. Какой путь пройдет точка за это время?	Задача 9.12 Точка движется по окружности согласно закону $s = 5t - 0,4t^2$. Определить момент времени t_1 , при котором нормальное ускорение точки $a_n = 0$, а также величину полного ускорения для этого момента времени.
Задачи творческого уровня	
Задача 9.13 Дан закон движения точки по траектории: $s = 5t$. Определить радиус кривизны траектории в момент времени t_1 , при котором нормальное ускорение точки $a_n = 3 \text{ м/с}^2$, а также величину полного ускорения точки в этот момент времени.	Задача 9.14 По окружности, радиус которой $r = 7 \text{ м}$, движется точка согласно закону $s = 0,3t^2$. Определить момент времени t_1 , при котором нормальное ускорение точки $a_n = 1,5 \text{ м/с}^2$, а также величину полного ускорения точки в этот момент времени.

Комплекты задач по темам 10,11,13 и 14 приведены в ФОС.

Шкала оценивания задач по разделу 2

Уровень	Процент выполнения					Баллы рейтинговой оценки
	84-100 % заданий	66-83 % заданий	50-65 % заданий	0-50 % заданий		
Задачи репродуктивного уровня	0,75-1	0,5-0,75	0,25-0,5	0-0,25		0-1
Задачи реконструктивного уровня	1-1,5	0,75-1	0,5-0,75	0-0,5		0-1,5
Задачи творческого уровня	2-2,5	1,5-2	0,75-1,5	0-0,75		0-2,5
Итого						0-5

Задания к расчетно-графическим работам по разделу 2

РГР К1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения (тема 9)

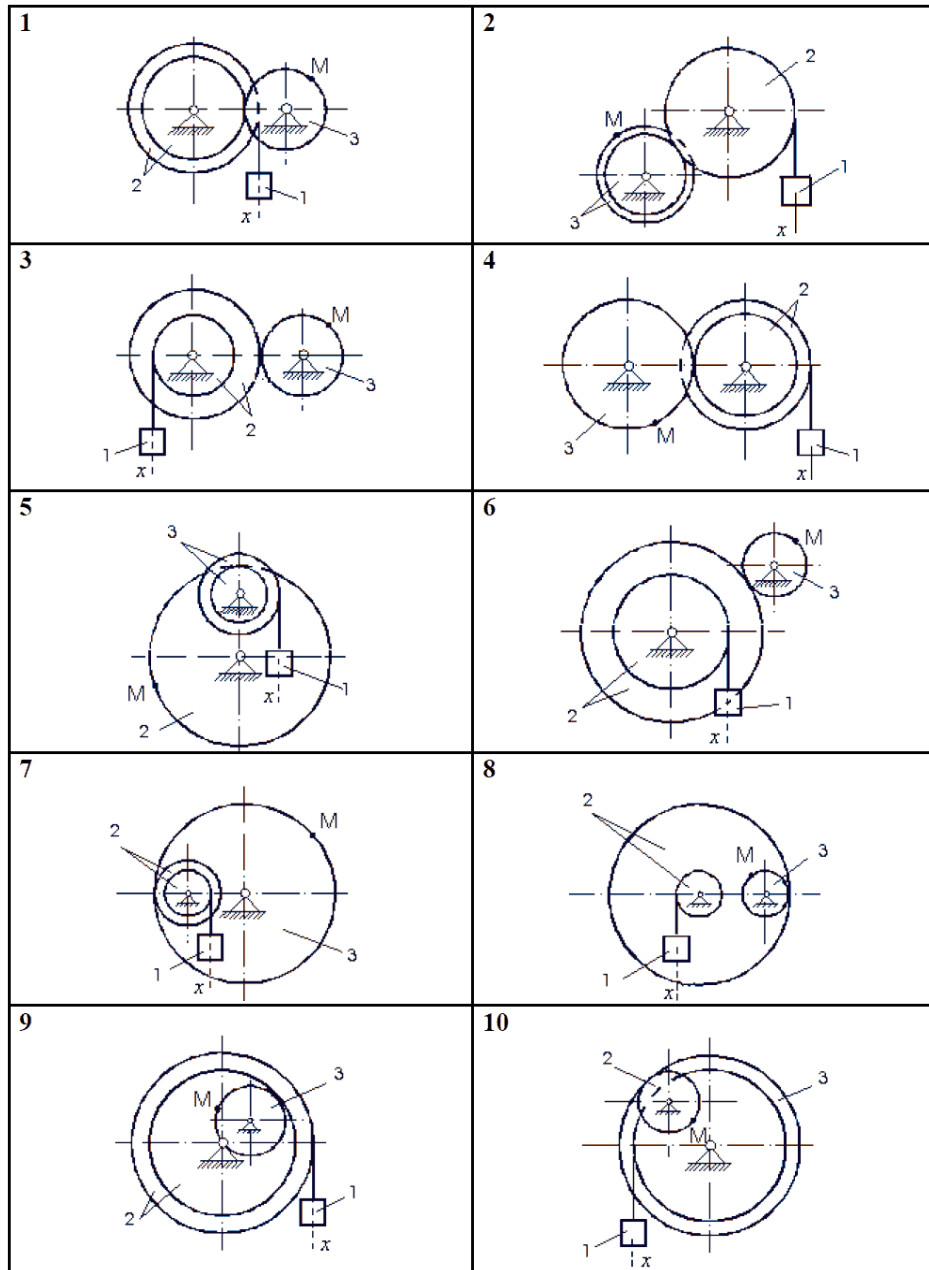
По заданным уравнениям движения точки M требуется установить вид ее траектории и для момента времени $t = t_1$ (с) найти положение точки на траектории, ее скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории.

Номер варианта	Уравнения движения		Время t_1 , с
	$x = x(t)$, см	$y = y(t)$, см	
1	$-2t^2+3$	$-5t$	0,5
2	$4\cos^2(\pi t/3)+2$	$4\cos^2(\pi t/3)+2$	1
3	$-\cos(\pi^2/3)+3$	$\sin(\pi^2/3)-1$	1
4	$4t+4$	$-4/(t+1)$	2
5	$2\sin(\pi t/3)$	$-3\cos(\pi t/3)+4$	1
6	$3t^2+2$	$-14t$	0,5
7	$3t^2-t+1$	$5t^2-5t/3-2$	1
8	$7\sin(\pi^2/6)+3$	$2-7\cos(\pi^2/6)$	1
9	$-3/(t+2)$	$3t+6$	2
10	$-4\cos(\pi t/3)$	$-2\sin(\pi t/3)-3$	1

РГР К2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях (тема 10)

По заданному уравнению прямолинейного поступательного движения груза 1 определить скорость, а также вращательное, центростремительное и полное ускорения точки M механизма в момент времени, когда путь, пройденный грузом, равен s .

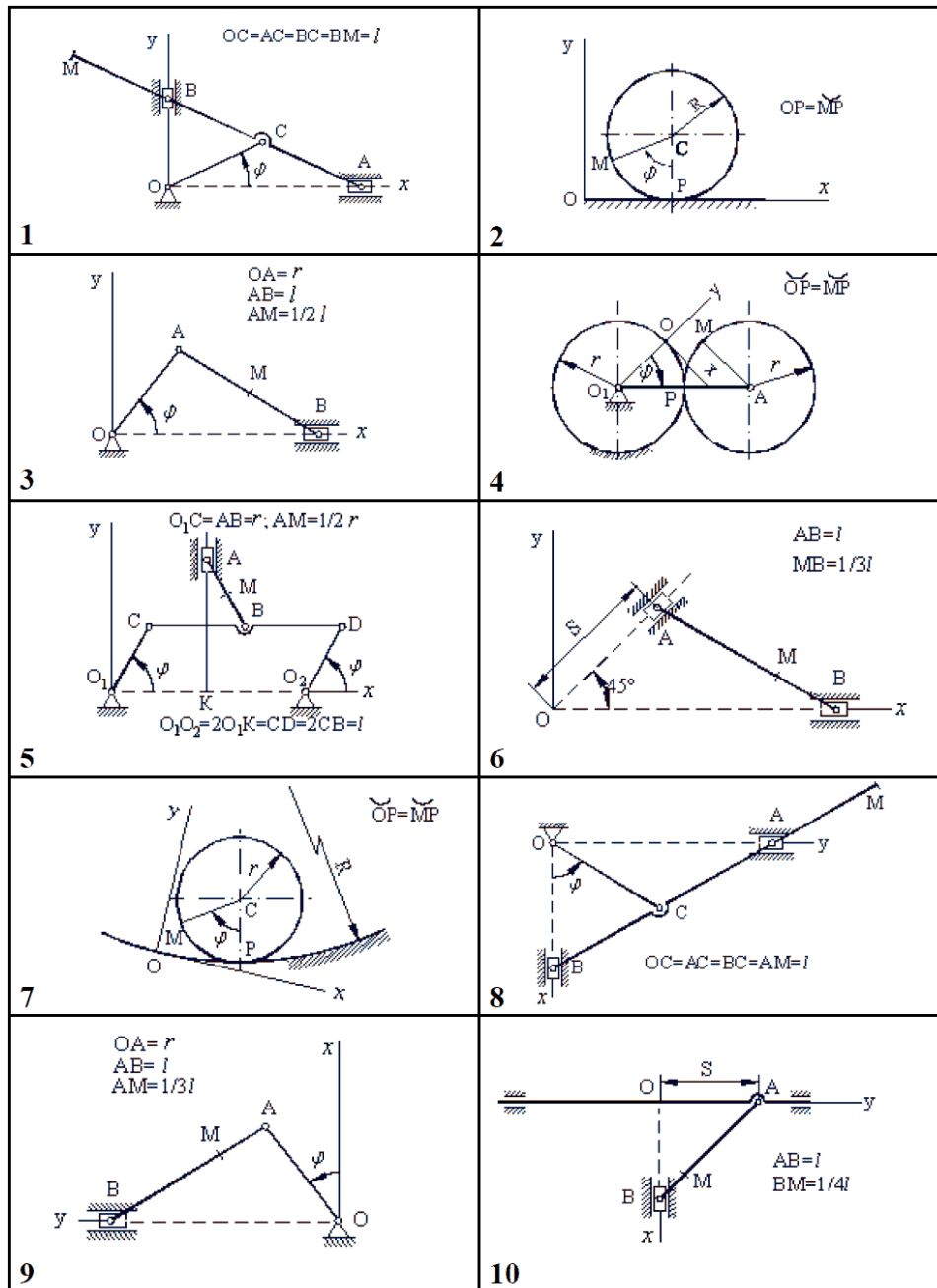
Номер варианта	Радиусы, см				Уравнение движения груза 1 $x=x(t)$, (x – см, t – сек)	s , м
	R_2	r_2	R_3	r_3		
1	60	45	36	-	$10+100t^2$	0,5
2	80	-	60	45	$80t^2$	0,1
3	100	60	75	-	$18+70t^2$	0,2
4	58	45	60	-	$50t^2$	0,5
5	80	-	45	30	$8+40t^2$	0,1
6	100	60	30	-	$5+60t^2$	0,5
7	45	35	105	-	$7+90t^2$	0,2
8	35	10	10	-	$4+30t^2$	0,5
9	40	30	15	-	$3+80t^2$	0,2
10	15	-	40	35	$70t^2$	0,4



РГР К3. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при плоском движении (тема 11)

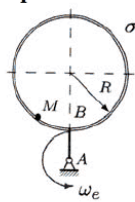
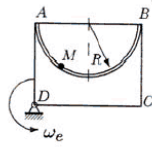
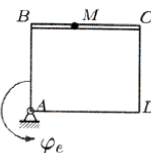
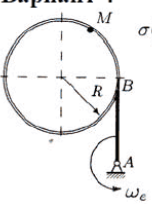
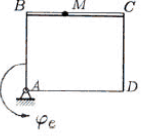
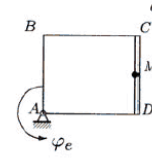
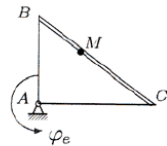
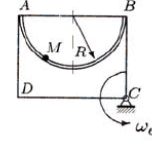
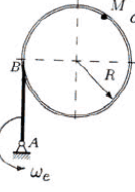
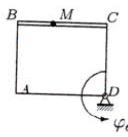
Для точки М заданного механизма для момента времени $t = t_1$ найти скорость точки, а также ее ускорение.

Номер варианта	Размеры звеньев механизма, см			Угол $\varphi = \varphi(t)$, рад	$s = s(t)$, см	Время t_1 , сек
	l	R	r			
1	15	-	-	$2\pi t$	-	1/6
2	-	50	-	$3\pi t$	-	1/9
3	54	-	30	πt	-	1/2
4	-	-	30	$6\pi t$	-	1/12
5	40	-	15	πt	-	1/6
6	60	-	-	-	$60\sin(2\pi t)$	1/12
7	-	250	50	$5\pi t$	-	1/15
8	10	-	-	$3\pi t$	-	1/12
9	60	-	35	πt	-	1/6
10	40	-	-	-	$40\sin(\pi t)$	1/4



РГР К4. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки при сложном движении (тема 13)

Геометрическая фигура вращается вокруг оси, перпендикулярной ее плоскости. По каналу, расположенному на фигуре, движется точка M по известному закону $\sigma(t)$. Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки при $t = t_1$. Даны функция $\sigma(t)$, закон вращения фигуры $\varphi_e(t)$ (или постоянная угловая скорость ω_e), время t_1 и размеры фигуры. BM или AM – длина отрезка прямой или дуги окружности.

<p>Вариант 1</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{2\pi}{3}(t^2 + 50) \text{ см.}$ $\omega_e = 0.05 \text{ рад/с,}$ $R = 51 \text{ см,}$ $AB = 2 \text{ см,}$ $t_1 = 1 \text{ с.}$	<p>Вариант 2</p>  $\sigma(t) = AM = \frac{\pi}{4}(t^3 + 3) \text{ см}$ $\omega_e = 1.54 \text{ рад/с,}$ $R = 11 \text{ см,}$ $AD = 13 \text{ см,}$ $t_1 = 2 \text{ с.}$
<p>Вариант 3</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{2}{3}(t^2 + 50) \text{ см.}$ $\varphi_e = 0.02t^2,$ $AB = 26 \text{ см,}$ $BC = 51 \text{ см,}$ $t_1 = 1 \text{ с.}$	<p>Вариант 4</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{3\pi}{2}(t^2 + 4)t \text{ см.}$ $\omega_e = 3.72 \text{ рад/с,}$ $R = 39 \text{ см,}$ $AB = 44 \text{ см,}$ $t_1 = 3 \text{ с.}$
<p>Вариант 5</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{2}{3}(t^2 + 50) \text{ см.}$ $\varphi_e = 0.02t^2,$ $AB = 26 \text{ см,}$ $BC = 51 \text{ см,}$ $t_1 = 1 \text{ с.}$	<p>Вариант 6</p>  $\sigma(t) = DM = \frac{3}{4}(t^3 + 3) \text{ см.}$ $\varphi_e = 0.15t^2,$ $AB = 11 \text{ см,}$ $BC = 13 \text{ см,}$ $t_1 = 2 \text{ с.}$
<p>Вариант 7</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{5}{6}(t^2 + 2t) \text{ см.}$ $\varphi_e = 0.69t^2,$ $AB = 2 \text{ см,}$ $AC = 4 \text{ см,}$ $t_1 = 1 \text{ с.}$	<p>Вариант 8</p>  $\sigma(t) = AM = \frac{\pi}{4}(t^2 + 2)t \text{ см.}$ $\omega_e = 0.67 \text{ рад/с,}$ $R = 3 \text{ см,}$ $AD = 5 \text{ см,}$ $t_1 = 1 \text{ с.}$
<p>Вариант 9</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{\pi}{3}(t^2 + 51) \text{ см.}$ $\omega_e = 0.04 \text{ рад/с,}$ $R = 55 \text{ см,}$ $AB = 60 \text{ см,}$ $t_1 = 2 \text{ с.}$	<p>Вариант 10</p>  $\sigma(t) = BM = \frac{1}{2}(t^3 + 4) \text{ см.}$ $\varphi_e = 0.1t^2,$ $AB = 16 \text{ см,}$ $BC = 31 \text{ см,}$ $t_1 = 3 \text{ с.}$

Шкала оценивания расчетно-графических работ по разделу 2

№ работы	Баллы рейтинговой оценки
К1	1
К2	1
К3	1
К4	2
Итого	5

Вопросы к собеседованию по разделу 2

1. Кинематика как раздел теоретической механики. Основные понятия кинематики (система отсчета, траектория точки, прямолинейное и криволинейное движения точки, равномерное и неравномерное движения точки, скорость точки, ускорение точки). Основные задачи кинематики.
2. Способы задания движения точки: векторный, координатный, естественный.
3. Определение скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения.
4. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
5. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения. Естественная система координат (касательная, нормаль, бинормаль и их орты) и естественный

трехгранник (соприкасающаяся, нормальная и спрямляющая плоскости). Центр и радиус кривизны траектории.

6. Классификация движений точки по её ускорениям (прямолинейное, прямолинейное равномерное, прямолинейное равнопеременное, криволинейное, криволинейное равномерное, криволинейное равнопеременное).

7. Поступательное движение твердого тела. Теорема о поступательном движении тела. Задание поступательного движения тела. Уравнение поступательного движения тела.

8. Вращательное движение твердого тела. Угол поворота тела. Задание вращательного движения тела. Уравнение вращательного движения твердого тела.

9. Угловая скорость и угловое ускорение тела (как алгебраические величины), совершающего вращательное движение.

10. Частные случаи вращательного движения тела (равномерное и равнопеременное вращение). Формулы для вычисления угловой скорости и угла поворота.

11. Определение скорости и ускорения точки тела, совершающего вращательное движение.

12. Псевдовекторы угловой скорости и углового ускорения тела.

13. Векторные выражения для скорости, вращательного и центростремительного ускорений точки вращающегося тела.

14. Плоское движение твердого тела. Свойства плоского движения. Задание плоского движения тела (плоской фигуры). Уравнения плоского движения тела (плоской фигуры). Разложение движения плоской фигуры на поступательное движение вместе с полюсом и вращение вокруг полюса.

15. Теорема о скоростях точек плоской фигуры и её следствия.

16. Понятие мгновенного центра скоростей плоской фигуры и теорема о его существовании и единственности.

17. Применение мгновенного центра скоростей к определению скоростей точек плоской фигуры.

18. Различные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.

19. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры.

20. Понятие мгновенного центра ускорений (МЦУ) плоской фигуры.

21. Способы определения мгновенного центра ускорений плоской фигуры.

22. Сферическое движение твердого тела. Углы Эйлера. Уравнения сферического движения.

23. Мгновенная ось вращения. Уравнение мгновенной оси вращения твердого тела при сферическом движении. Угловая скорость и угловое ускорение тела.

24. Определение скоростей и ускорений точек тела при сферическом движении. Распределение скоростей точек тела при сферическом движении. Проекция скорости точки тела на оси декартовых координат.

25. Разложение движения свободного твердого тела на поступательное движение вместе с полюсом и сферическое движение вокруг полюса. Уравнения движения свободного тела. Независимость векторов угловой скорости и углового ускорения свободного тела от выбора полюса.

26. Определение скоростей и ускорений точек свободного твердого тела.

27. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения точки. Задание сложного движения точки.

28. Теорема о сложении скоростей.

29. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса), кориолисово ускорение. Случаи отсутствия кориолисова ускорения.

30. Сложение поступательных движений.

31. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений.

32. Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей.

33. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.

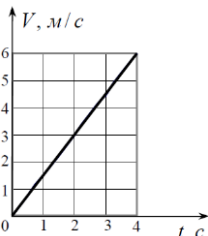
34. Общий случай сложения движений твердого тела.

Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 2

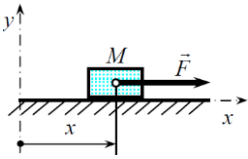
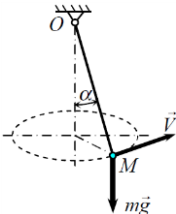
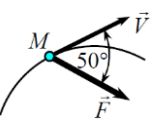
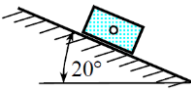
Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	5
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	4
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	2-3
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-1

Раздел 3

Пример комплекта задач по разделу 3

Тема 16	
Задачи репродуктивного уровня	
<p style="text-align: center;">Задача 16.1</p> <p>Тело массой $m = 50$ кг, подвешенное на тросе, поднимается вертикально с ускорением $a = 0,5$ м/с². Определить силу натяжения троса.</p>	<p style="text-align: center;">Задача 16.2</p> <p>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.</p>
 <p style="text-align: center;">Задача 16.3</p> <p>Скорость движения точки массой $m = 24$ кг по прямой задана графиком функции $v = v(t)$. Определить модуль равнодействующей сил, действующих на точку.</p>	<p style="text-align: center;">Задача 16.4</p> <p>Материальная точка массой $m = 16$ кг движется по окружности радиуса $R = 9$ м со скоростью $v = 0,8$ м/с. Определить проекцию равнодействующей сил, приложенных к точке, на главную нормаль к траектории.</p>
<p style="text-align: center;">Задача 16.5</p> <p>Материальная точка массой $m = 900$ кг движется по горизонтальной прямой под действием силы $F = 270t$, которая направлена по той же прямой. Определить скорость точки в момент времени $t_1 = 10$ с, если при $t_0 = 0$ скорость $v_0 = 10$ м/с. Определить также путь, пройденный точкой за эти 10 с.</p>	<p style="text-align: center;">Задача 16.6</p> <p>Определить путь, пройденный материальной точкой массой m по оси Ox за 1 с, если она движется под действием силы $F_x = 12mt^2$. В момент времени $t_0 = 0$ координата $x_0 = 3$ м скорость $v_0 = 6$ м/с.</p>

Задачи реконструктивного уровня

<p style="text-align: center;">Задача 16.7</p>  <p>Материальная точка M массой m движется вдоль горизонтальной оси Ox под действием силы $F = 2m(x + 1)$. Определить скорость и ускорение точки в момент времени, когда ее координата $x = 0,5$ м.</p>	<p style="text-align: center;">Задача 16.8</p> <p>На материальную точку массой $m = 20$ кг, которая движется по горизонтальной прямой, действует сила сопротивления $R = 0,2v^2$. За сколько секунд скорость точки уменьшится с 10 до 5 м/с? Какой путь пройдет точка за это время?</p>
<p style="text-align: center;">Задача 16.9</p>  <p>Определить скорость точки M конического маятника, который при длине нити $OM = 1$ м, описывает конус с углом при вершине $\alpha = 45^\circ$.</p>	<p style="text-align: center;">Задача 16.10</p>  <p>Материальная точка M массой $m = 6$ кг перемещается в горизонтальной плоскости по криволинейной траектории под действием силы $F = 8$ Н. Определить касательное ускорение точки.</p>
Задачи творческого уровня	
<p style="text-align: center;">Задача 16.11</p> <p>Тело массой $m = 20$ кг падает по вертикали, сила сопротивления воздуха $R = 0,04v^2$. Определить максимальную скорость падения тела.</p>	<p style="text-align: center;">Задача 16.12</p>  <p>По наклонной плоскости из состояния покоя начинает скользить тело массой $m = 1$ кг. Определить максимальную скорость тела, если сила сопротивления движению $R = 0,08v$.</p>

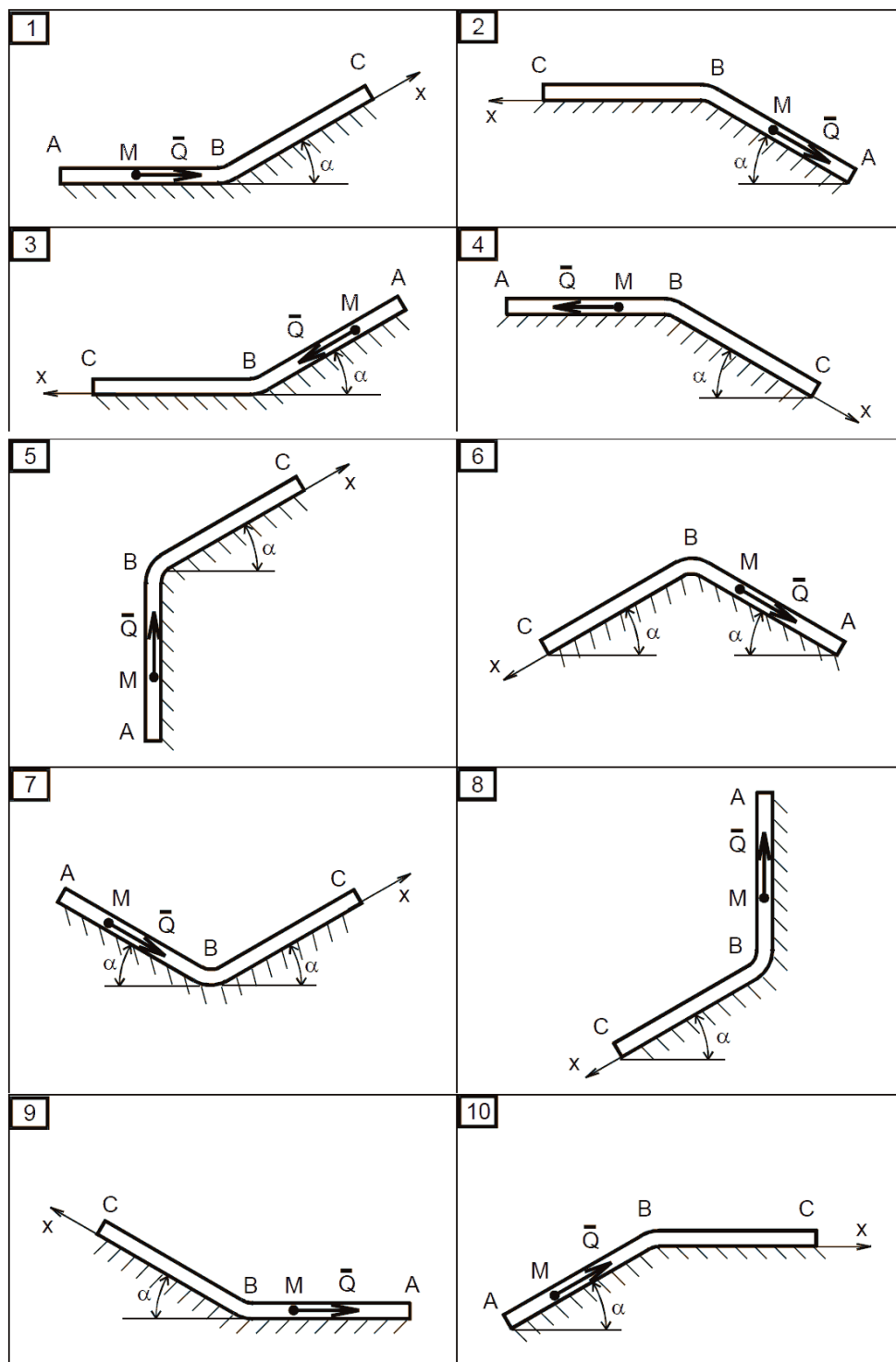
Задания к расчетно-графическим работам по разделу 3 РГР Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки (тема 17)

Материальная точка M массой m , получив в точке A начальную скорость v_0 , движется в изогнутой трубе ABC , расположенной в вертикальной плоскости. Участки трубы или оба наклонные, или один горизонтальный, а другой наклонный. Угол наклона трубы $\alpha = 30^\circ$. На участке AB на материальную точку действует сила тяжести P , постоянная сила Q (ее направление указано на рисунке) и сила сопротивления среды R , зависящая от скорости v груза и направленная против движения. Трением груза о трубу на участке AB пренебречь.

В точке B материальная точка, не изменяя величины своей скорости, переходит на участок BC трубы, где на нее действует сила тяжести P , сила трения (коэффициент трения груза о трубу $f = 0,2$) и переменная сила F , проекция которой F_x на ось x дана в таблице.

Известно расстояние $AB = l$ или время и движения от точки A до точки B . Требуется найти закон движения материальной точки на участке BC : $x = x(t)$.

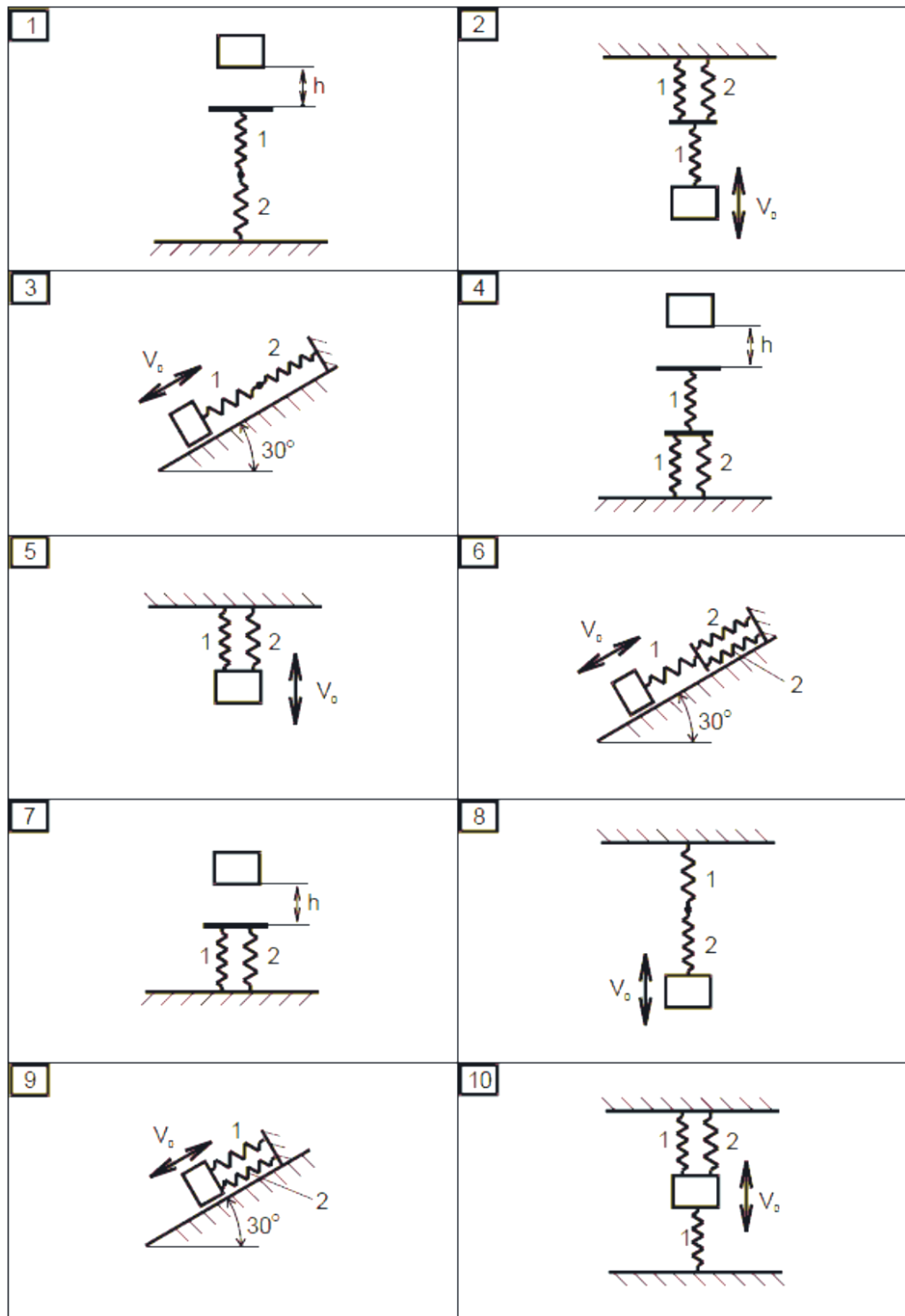
№ варианта	Рис.	m (кг)	V_0 , м/с	Q , Н	R , Н	μ	l , м	t_1 , с	F_x , Н
1	1	4,5	18	9	μV	0,45	-	5	$3\sin 2t$
2	2	3	32	4	μV^2	0,8	2,5	-	$-8\cos 4t$
3	3	2	2	2	μV	0,4	-	2,5	$2\sin 4t$
4	4	6	14	18	μV^2	0,6	5	-	$-3\cos 2t$
5	5	1,6	18	4	μV	0,4	-	2	$4\cos 4t$
6	6	1,2	22	2	μV^2	0,8	0,5	-	$6t$
7	7	2	5	2	μV	0,4	-	2,5	$2\sin 4t$
8	8	2,4	12	6	μV^2	0,48	1,5	-	$6t$
9	9	1,8	15	6	μV	0,3	-	3	$9t^2$
10	10	4	12	12	μV^2	0,8	2,5	-	$-8\cos 4t$



РГР Д2. Исследование свободных колебаний материальной точки (тема 18)

Система пружин с жесткостями c_1 и c_2 в начальный момент не деформирована. Тело весом P совершает колебания, упав с высоты h из состояния покоя или после сообщения ему начальной скорости v_0 вниз или вверх. Найти закон колебаний $x(t)$ тела, частоту колебаний k , период T и амплитуду A этих колебаний. Условия задачи таковы, что пластины, соединяющие пружины, во время колебаний остаются параллельными своим первоначальному положению. Пластины и пружины невесомы. Положительное направление оси x вниз. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$. Наклонные плоскости гладкие. В заданиях 1, 4, 7 определить предварительно v_0 , учитывая параметр h .

№ варианта	№ рисунка	C_1 , Н/см	C_2 , Н/см	P , Н	h , см	V_0 , см/с
1	1	200	50	20	5	-
2	2	190	60	25	-	50, вверх
3	3	180	70	30	-	70, вниз
4	4	170	80	35	8	-
5	5	160	90	40	-	30, вверх
6	6	150	100	45	-	40, вниз
7	7	140	110	50	3	-
8	8	130	120	55	-	70, вверх
9	9	120	140	60	-	50, вниз
10	10	110	150	65	-	20, вверх



**РГР Д3. Применение теоремы о движении центра масс к исследованию
движения механической системы (тема 20)**

Механическая система состоит из грузов D_1 массой $m_1 = 2$ кг и D_2 массой $m_2 = 6$ кг и из прямоугольной вертикальной плиты массой $m_3 = 12$ кг, движущейся вдоль горизонтальных направляющих. В момент времени $t_0 = 0$, когда система находилась в покое, под действием внутренних сил грузы начинают двигаться по желобам, представляющим собой окружности радиусов $r = 0,4$ м и $R = 0,8$ м. При движении грузов угол $\varphi_1 = A_1C_3D_1$ изменяется по закону $\varphi_1 = f_1(t)$, а угол $\varphi_2 = A_2C_3D_2$ — по закону $\varphi_2 = f_2(t)$. В таблице эти зависимости даны отдельно для схем 1 – 5 и 6 – 10, причем φ выражено в радианах, t – в секундах. Считая грузы материальными точками и пренебрегая всеми сопротивлениями, требуется определить: $x_3 = f_3(t)$ – закон изменения во времени координаты центра C_3 плиты (т.е. закон движения плиты); $N = f(t)$ – закон изменения во времени полной нормальной реакции направляющих.

Номер варианта	<u>Рис. 1 – 5</u>		<u>Рис. 6 – 10</u>	
	$\varphi_1 = f_1(t)$	$\varphi_2 = f_2(t)$	$\varphi_1 = f_1(t)$	$\varphi_2 = f_2(t)$
1	$\frac{\pi}{3}(t^2 + 1)$	$\frac{\pi}{6}(t^2 - 2)$	$\frac{\pi}{2}(3 - t^2)$	$\frac{\pi}{3}(t^2 + 2)$
2	$\pi(2 - t)$	$\frac{\pi}{4}(t + 3)$	$\frac{\pi}{4}(2t - 1)$	$\frac{\pi t}{6}$
3	$\frac{\pi}{4}(t^2 + 2)$	$\frac{\pi}{6}(5 - t^2)$	$\frac{\pi}{3}(4 - t^2)$	πt^2
4	$\frac{\pi t}{3}$	$\frac{\pi}{2}(t - 2)$	$\frac{\pi}{6}(3t - 2)$	$\frac{\pi}{2}(3 - t)$
5	$\frac{\pi}{4}(1 - 3t^2)$	$\frac{\pi}{3}(t^2 - 4)$	$\frac{\pi t^2}{2}$	$\frac{\pi}{4}(2 - t^2)$
6	$\frac{\pi}{6}(t + 2)$	$\frac{\pi}{4}(1 - t)$	$\pi(3 - t)$	$\frac{\pi}{6}(t - 1)$
7	πt^2	$\frac{\pi}{6}(1 - 2t^2)$	$\frac{\pi}{4}(2t^2 - 3)$	$\frac{\pi}{3}(2 - t^2)$
8	$\frac{\pi}{3}(5 - t)$	$\frac{\pi}{4}(t + 4)$	$\frac{\pi t}{6}$	$\frac{\pi}{4}(4 - t)$
9	$\frac{\pi}{6}(t^2 + 3)$	$\frac{\pi}{2}(2 - t^2)$	$\frac{\pi}{3}(4 - t^2)$	$\pi(t^2 + 2)$
10	$\frac{\pi}{2}(4 - t)$	$\pi(t + 5)$	$\frac{\pi}{6}(2t - 1)$	$\frac{\pi}{2}(2 - t)$

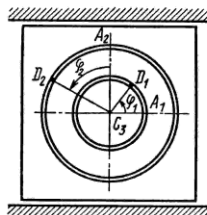


Рис. 1

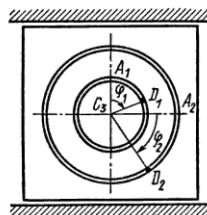


Рис. 2

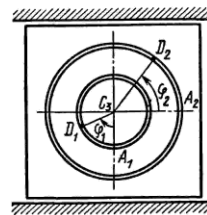


Рис. 3

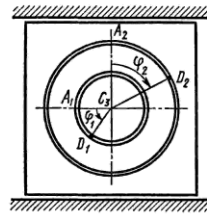


Рис. 4

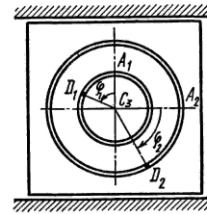


Рис. 5

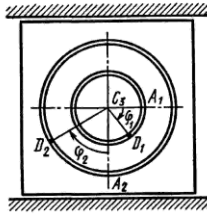


Рис. 6

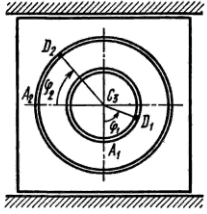


Рис. 7

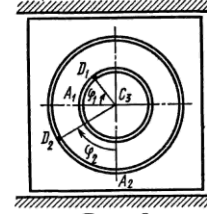


Рис. 8

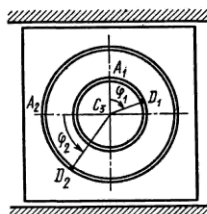


Рис. 9

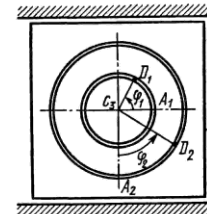


Рис. 10

Механическая система под действием сил тяжести приходит в движение из состояния покоя. Учитывается трение скольжения тела A и сопротивление качению тела D , катящегося без скольжения. Другими силами сопротивления и массами нерастяжимых нитей пренебрегаем. Требуется определить скорость и ускорение тела A в тот момент, когда оно пройдет путь $S_A=S$.

В задаче обозначено:

m_A, m_B, m_D, m_E - массы тел A, B, D, E ;

$R_B, r_B, R_D, r_D, R_E, r_E$ - радиусы больших и малых окружностей тел B, D, E ;

ρ_B, ρ_D, ρ_E - радиусы инерции тел B, D, E относительно горизонтальных осей, проходящих через их центры тяжести;

α - угол наклона плоскости к горизонту;

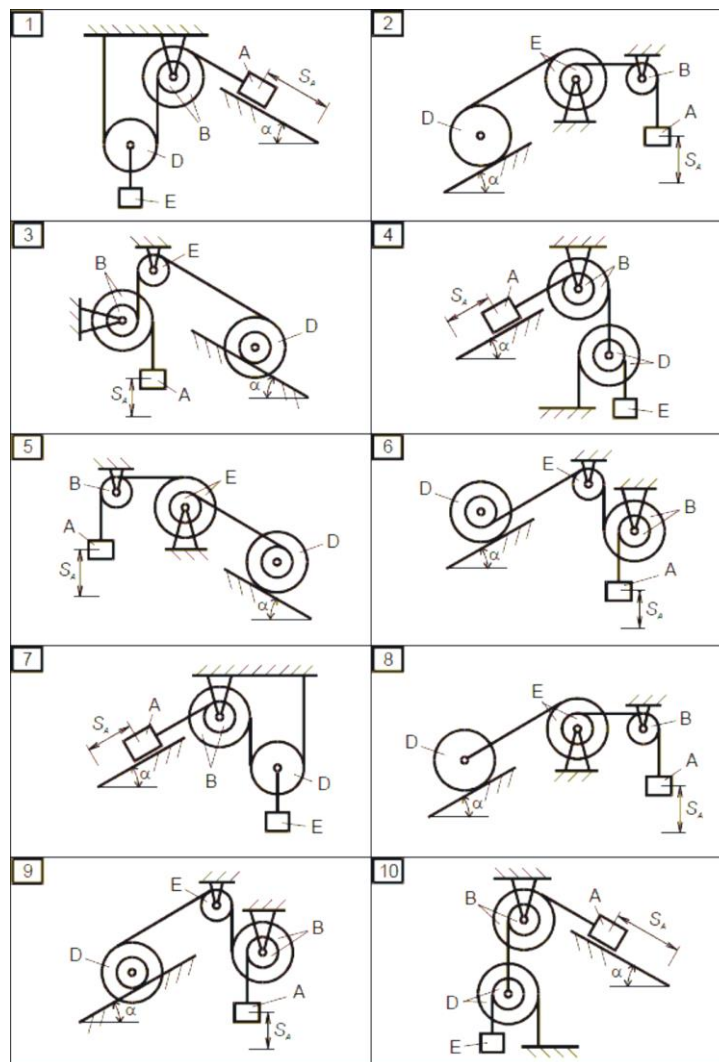
f - коэффициент трения скольжения тела A ;

k - коэффициент трения качения тела D .

Блоки и катки, для которых радиусы инерции в таблице не указаны, считать сплошными однородными цилиндрами. Наклонные участки нитей параллельны соответствующим наклонным плоскостям.

Считать величину m равной 10 кг, $g=10$ м/с².

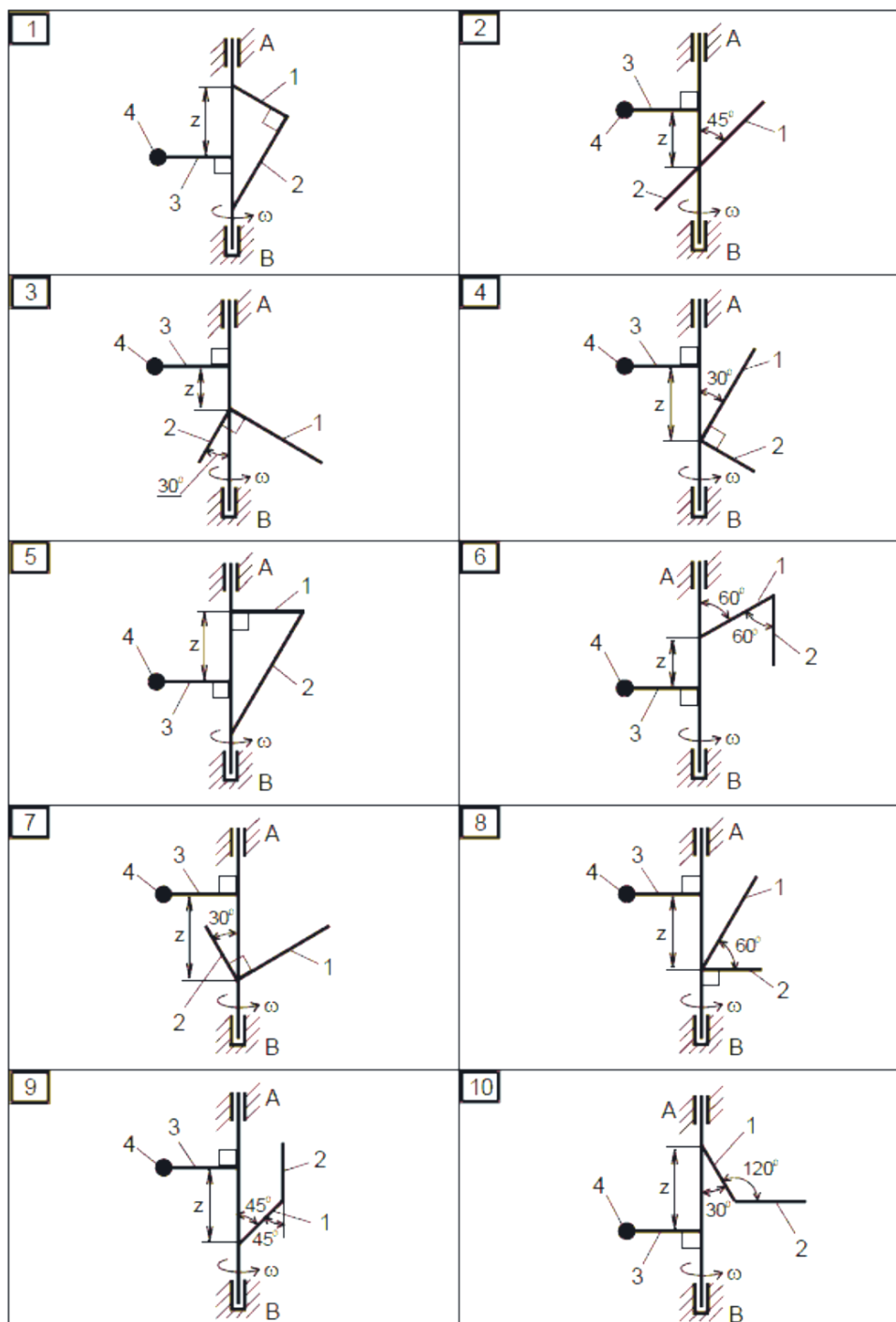
№ варианта	№ рисунка	m_A , кг	m_B , кг	m_E , кг	m_D , кг	R_B , м	r_B , м	ρ_B , м	R_E , м	r_E , м	ρ_E , м	R_D , м	r_D , м	ρ_D , м	α , °	f	k , см	S , м
1	1	5m	4m	2m	m	0.5	0.2	0.3	-	-	-	-	-	-	60	0.1	-	1
2	2	6m	5m	4m	2m	-	-	-	0.6	0.3	0.4	-	0.5	-	45	-	0.2	2
3	3	4m	m	2m	m	0.7	0.3	0.4	-	-	-	0.6	0.2	0.3	15	-	0.1	1.5
4	4	8m	6m	3m	2m	0.6	0.2	0.3	-	-	-	0.5	0.1	0.2	30	0.2	-	3
5	5	7m	5m	4m	m	-	-	-	0.7	0.4	0.5	0.6	0.3	0.4	50	-	0.3	4.5
6	6	9m	8m	3m	3m	0.8	0.5	0.7	-	-	-	0.9	0.3	0.5	20	-	0.4	1.5
7	7	6m	2m	3m	2m	0.4	0.1	0.2	-	-	-	-	-	-	60	0.15	-	2.5
8	8	4m	2m	m	2m	-	-	-	0.5	0.2	0.3	-	0.4	-	15	-	0.1	4
9	9	7m	5m	3m	3m	0.6	0.3	0.4	-	-	-	0.8	0.5	0.7	20	-	0.4	2
10	10	5m	4m	2m	m	0.9	0.3	0.5	-	-	-	0.7	0.3	0.4	50	0.25	-	1



**РГР Д5. Применение принципа Даламбера
к исследованию движения механической системы (тема 25)**

Вертикальный вал вращается с постоянной угловой скоростью ω . Вал, стержни 1, 2, 3 и точечный груз 4 лежат в одной плоскости и жестко скреплены между собой. Стержни имеют линейные плотности $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ и длины l_1, l_2, l_3 , масса точечного груза равна m_4 . Определить указанные в таблице параметры конструкции так, чтобы в подпятнике A и подшипнике B не возникало динамических реакций.

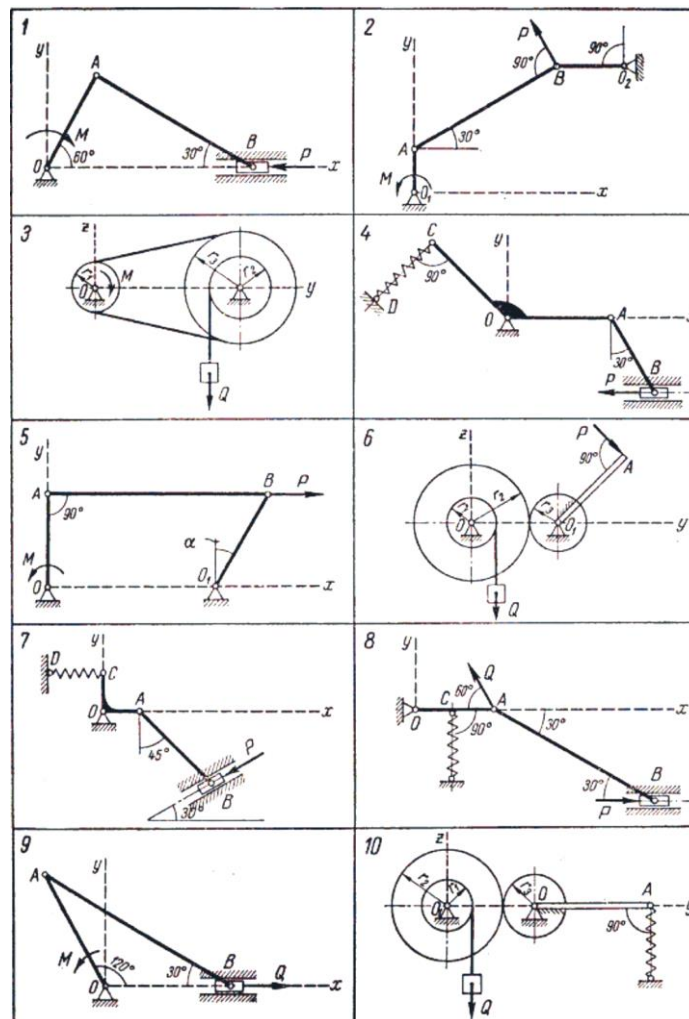
№ варианта	№ рис.	γ_1 , кг/м	γ_2 , кг/м	γ_3 , кг/м	m_4 , кг	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м	Найти
1	1	1	5	0	10	1	6	-	z, l_3
2	2	8	12	7	-	3	4	2	z, m_4
3	3	12	4	-	10	9	3	2	z, γ_3
4	4	1	6	0	10	6	1	-	z, l_3
5	5	10	11	7	-	5	3	2	z, m_4
6	6	5	6	-	10	6	2	3	z, γ_3
7	7	9	3	2	0	9	3	-	z, l_3
8	8	5	2	3	-	2	5	3	z, m_4
9	9	11	8	-	10	2	5	10	z, γ_3
10	10	1	7	10	10	1	7	-	z, l_3



РГР Д6. Применение принципа возможных перемещений к исследованию равновесия механической системы (тема 27)

Механизмы в заданном положении находятся в равновесии. Необходимо определить величину, указанную в предпоследней графе таблицы, применяя принцип возможных перемещений и пренебрегая силами трения. Механизмы в вариантах 3, 6, 10, 14, 16, 18, 19, 25 и 30 расположены в вертикальной плоскости, а остальные – в горизонтальной.

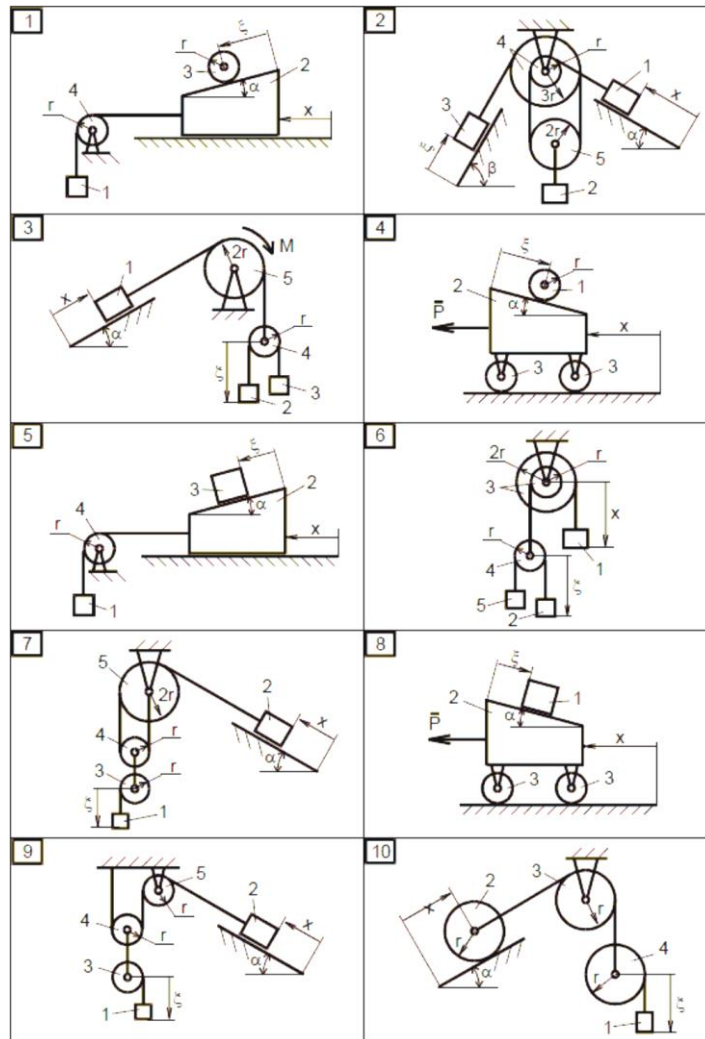
№ варианта	Линейные размеры, см	Сила Q, Н	Сила P, Н	Момент M, Н·м	Жесткость пружины c, Н/см	Деформация пружины h, см	Определить	Примечания
1	OA=10	-	-	20	-	-	P	-
2	O ₁ A=20	-	100	-	-	-	M	-
3	r ₁ =20; r ₂ =30; r ₃ =40	-	-	100	-	-	Q	-
4	OC:OA=4:5	-	200	-	-	4	c	-
5	OA=100	-	-	10	-	-	P	-
6	r ₁ =15; r ₂ =50; r ₃ =20; O ₁ A=80	200	-	-	-	-	P	O ₁ A - невесомый
7	OC=OA	-	-	-	10	3	P	Пружина сжата
8	OC=AC	-	200	-	10	2	Q	
9	OA=20	200	-	-	-	-	M	OA - невесомый
10	r ₁ =15; r ₂ =40; r ₃ =20; OA=100	2·10 ³	-	-	-	4	c	



РГР Д7. Составление уравнений Лагранжа II рода (тема 29)

Для заданной механической системы на основе уравнений Лагранжа II рода составить дифференциальные уравнения движения. Необходимые данные и рекомендуемые обобщенные координаты приведены в таблице. При решении задачи массами нитей пренебречь. Считать, что качение происходит без проскальзывания. Блоки и катки, для которых в таблице радиусы инерции не указаны, считать сплошными однородными цилиндрами. Силы сопротивления в подшипниках не учитывать. Заданные силы P и моменты пар M считать постоянными величинами.

№ варианта	№ рисунка	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	P	M	f	k	q_1	q_2	ρ	α	Дополнительные указания
1	1	m_1	m_2	m_3	0	-	-	-	f	0	x	ξ	-	α	f - для тела 2
2	2	m_1	m_2	m_3	m_4	0	-	-	f	-	x	ξ	$3r$	-	f - для тела 3, ρ - для тела 4
3	3	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	-	M	0	-	x	ξ	-	α	
4	4	m_1	m_2	m_3	-	-	P	-	-	k	x	ξ	-	α	k - для тела 3
5	5	m_1	m_2	m_3	m_4	-	-	-	f	-	x	ξ	-	0	f - для тела 2
6	6	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	-	-	-	-	x	ξ	$2r$	-	ρ - радиус инерции тела 3
7	7	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	-	-	0	-	x	ξ	-	α	
8	8	m_1	m_2	m_3	-	-	P	-	0	k	x	ξ	-	α	k - для тела 3
9	9	m_1	m_2	m_3	m_4	0	-	-	f	-	x	ξ	-	α	f - для тела 2
10	10	m_1	m_2	0	m_4	-	-	-	-	k	x	ξ	-	α	k - для тела 2



Шкала оценивания расчетно-графических работ по разделу 3

№ работы	Баллы рейтинговой оценки
Д1	1
Д2	1
Д3	1
Д4	1
Д5	2
Д6	2
Д7	2
Итого	10

Вопросы к собеседованию по разделу 3

1. Динамика как раздел теоретической механики. Основные понятия динамики (пространство и время, материальное тело, сила, инертность тела, масса тела, материальная точка, система отсчета).
2. Законы динамики (Галилея-Ньютона) материальной точки. Понятие инерциальной системы отсчета.
3. Две основные задачи динамики точки.
4. Основные виды сил.
5. Дифференциальные уравнения движения свободной точки (в векторной, координатной и естественной форме).
6. Порядок решения прямой задачи динамики точки.
7. Решение обратной (основной) задачи динамики точки при прямолинейном движении.
8. Решение обратной задачи динамики при криволинейном движении точки.
9. Несвободное движение материальной точки. Основное уравнение динамики несвободной точки. Движение точки по заданной неподвижной кривой.
10. Относительное движение точки. Понятие переносной и кориолисовой сил инерции точки.
11. Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел.
12. Свободные колебания точки.
13. Свободные колебания точки при наличии трения скольжения.
14. Свободные колебания точки при линейно-вязком сопротивлении. Аперiodическое движение точки.
15. Вынужденные колебания точки.
16. Вынужденные колебания точки при наличии линейно-вязкого сопротивления среды. Аперiodическое движение точки.
17. Явление биений. Явление резонанса.
18. Механическая (материальная) система. Классификация сил, действующих на механическую систему. Основные свойства внутренних сил.
19. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
20. Масса механической системы. Центр масс механической системы. Формулы для вычисления координат центра масс системы.
21. Момент инерции механической системы и твердого тела относительно оси. Радиус инерции. Вычисление моментов инерции простейших тел.
22. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера).
23. Центробежные моменты инерции. Эллипсоид инерции. Главные оси и главные моменты инерции.
24. Вычисление момента инерции твердого тела относительно произвольной оси. Понятие о тензоре инерции.
25. Теорема о движении центра масс механической системы. Следствия, закон сохранения движения центра масс.
26. Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс постоянной и переменной силы за данный промежуток времени. Теорема об импульсе равнодействующей.
27. Теорема об изменении количества движения материальной точки (в дифференциальной и интегральной форме).
28. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы (в дифференциальной и интегральной форме). Следствия, закон сохранения количества движения механической системы.
29. Момент количества движения материальной точки.
30. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки.
31. Кинетический момент механической системы.
32. Теорема об изменении кинетического момента механической системы (теорема моментов). Следствия, закон сохранения кинетического момента механической системы, необходимые условия равновесия любой механической системы.
33. Работа постоянной силы на прямолинейном перемещении.

34. Работа переменной силы (общий случай). Вычисление работы через криволинейный интеграл I рода.
35. Элементарная работа силы. Вычисление работы через криволинейный интеграл II рода.
36. Теорема о работе равнодействующей.
37. Работа постоянной силы трения. Работа силы тяжести. Работа силы упругости. Элементарные сведения об идеальных связях. Работа реакции идеальной связи.
38. Мощность силы. Коэффициент полезного действия машины.
39. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки (в дифференциальной и интегральной форме).
40. Кинетическая энергия механической системы и способы её вычисления.
41. Вычисление кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения.
42. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, при поступательном и вращательном движениях.
43. Работа сил тяжести механической системы и твердого тела.
44. Работа внутренних сил твердого тела.
45. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии твердого тела. Случай механической системы с не изменяющимися со временем идеальными связями.
46. Потенциальная энергия. Вычисление потенциальной энергии механической системы и твердого тела.
47. Закон сохранения полной механической энергии системы.
48. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела.
49. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.
50. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела.
51. Дифференциальные уравнения сферического движения твердого тела.
52. Дифференциальные уравнения движения свободного твердого тела.
53. Сила инерции материальной точки (по Даламберу). Центробежная и касательная составляющие силы инерции. Принцип Даламбера для точки.
54. Принцип Даламбера для механической системы.
55. Приведение сил инерции механической системы (главный вектор и главный момент сил инерции механической системы).
56. Приведение сил инерции твердого тела в различных случаях его движения.
57. Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела. Случай вращения твердого тела вокруг его главной центральной оси инерции. Уравновешивание вращающихся тел.
58. Основные понятия и определения теории удара. Основное уравнение теории удара. Допущения теории удара.
59. Общие теоремы теории удара.
60. Удар шара о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления.
61. Прямой центральный удар двух тел. Предельные случаи.
62. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел. Теорема Карно.
63. Удар по телу, имеющему неподвижную ось вращения. Центр удара.
64. Связи и их уравнения. Классификация связей.
65. Возможные (виртуальные) перемещения голономной системы. Число степеней свободы голономной системы. Принцип возможных перемещений.
66. Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Общее уравнение динамики.
67. Обобщенные координаты и обобщенные скорости механической системы.
68. Обобщенные силы. Общее уравнение динамики в обобщенных силах.
69. Условия равновесия системы в обобщенных координатах.
70. Определение обобщенных сил в системах с одной и двумя степенями свободы.
71. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода). Кинетический потенциал.
72. Интеграл энергии и циклические координаты.
73. Понятие об устойчивости равновесия. Определение положений равновесия системы. Критерии устойчивости положения равновесия системы.

74. Малые свободные колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

75. Исследование свободных колебаний механической системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия.

76. Малые затухающие и вынужденные колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.

77. Малые свободные колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия.

78. Малые вынужденные колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия.

Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 3

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	9-10
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	7-8
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	5-6
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-4

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Статика как раздел теоретической механики. Основные понятия статики (равновесие тела, сила, линия действия силы, система сил, свободное тело, эквивалентные системы сил, равнодействующая системы сил, уравновешенная система сил, уравновешивающая сила). Две основные задачи статики.

2. Аксиомы статики и их следствия.

3. Понятия несвободного тела и связей. Разделение сил на активные силы и реакций связей. Аксиома (принцип) освобожденности. Основные виды связей и их реакции.

4. Система сходящихся сил. Теорема о равнодействующей системы сходящихся сил. Геометрический и алгебраический способы определения равнодействующей.

5. Условия равновесия системы сходящихся сил. Геометрическая и алгебраическая формы условий равновесия системы сходящихся сил.
6. Теорема о равновесии трех непараллельных сил.
7. Сложение двух параллельных сил.
8. Пара сил. Момент пары (как вектор).
9. Теоремы об эквивалентности и сложении пар и их следствия.
10. Теорема о приведении системы пар к простейшему виду.
11. Условие равновесия системы пар.
12. Момент силы относительно точки (как вектор).
13. Взаимосвязь момента пары и моментов сил пары относительно произвольной точки.
14. Лемма о параллельном переносе силы (лемма Пуансо о приведении силы к данному центру).
15. Понятия главного вектора и главного момента системы сил. Аналитический способ определения главного вектора и главного момента системы сил.
16. Основная теорема статики (теорема Пуансо о приведении системы сил к данному центру).
17. Частные случаи приведения произвольной системы сил.
18. Условия равновесия произвольной системы сил (теорема).
19. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей системы сил относительно точки.
20. Понятие плоской системы сил. Приведение произвольной плоской системы сил к простейшему виду. Основные свойства плоской системы сил.
21. Момент силы относительно точки (как алгебраическая величина).
22. Момент пары (как алгебраическая величина).
23. Условия равновесия произвольной плоской системы сил. Уравнения равновесия произвольной плоской системы сил (три формы).
24. Условие равновесия рычага.
25. Условие устойчивости твердого тела при опрокидывании. Коэффициент устойчивости.
26. Понятие трения, виды трения. Законы трения скольжения.
27. Реакции неидеальных (шероховатых) связей. Угол трения. Конус трения.
28. Равновесие при наличии трения скольжения.
29. Трение качения. Равновесие при наличии трения качения.
30. Понятие момента силы относительно оси.
31. Взаимосвязь момента силы относительно оси и момента силы относительно точки на этой оси.
32. Аналитическое определение главного вектора и главного момента пространственной системы сил.
33. Уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил.
34. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей системы сил относительно оси.
35. Понятие системы параллельных сил. Теорема о равнодействующей системы параллельных и одинаково направленных сил.
36. Понятие центра системы параллельных сил (теорема). Формулы для вычисления координат центра системы параллельных сил.
37. Равнодействующая сил тяжести твердого тела. Понятие центра тяжести твердого тела. Формулы для вычисления координат центра тяжести тела.
38. Определение координат центра тяжести однородного твердого тела (центр тяжести объема, площади, линии).
39. Способы определения положения центров тяжести тел (интегрирование, симметрия, разбиение, способ отрицательных весов, экспериментальный способ).
40. Кинематика как раздел теоретической механики. Основные понятия кинематики (система отсчета, траектория точки, прямолинейное и криволинейное движения точки, равномерное и неравномерное движения точки, скорость точки, ускорение точки). Основные задачи кинематики.
41. Способы задания движения точки: векторный, координатный, естественный.
42. Определение скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения.
43. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
44. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания движения. Естественная система координат (касательная, нормаль, бинормаль и их орты) и естественный

трехгранник (соприкасающаяся, нормальная и спрямляющая плоскости). Центр и радиус кривизны траектории.

45. Классификация движений точки по её ускорениям (прямолинейное, прямолинейное равномерное, прямолинейное равнопеременное, криволинейное, криволинейное равномерное, криволинейное равнопеременное).

46. Поступательное движение твердого тела. Теорема о поступательном движении тела. Задание поступательного движения тела. Уравнение поступательного движения тела.

47. Вращательное движение твердого тела. Угол поворота тела. Задание вращательного движения тела. Уравнение вращательного движения твердого тела.

48. Угловая скорость и угловое ускорение тела (как алгебраические величины), совершающего вращательное движение.

49. Частные случаи вращательного движения тела (равномерное и равнопеременное вращение). Формулы для вычисления угловой скорости и угла поворота.

50. Определение скорости и ускорения точки тела, совершающего вращательное движение.

51. Псевдовекторы угловой скорости и углового ускорения тела.

52. Векторные выражения для скорости, вращательного и центростремительного ускорений точки вращающегося тела.

53. Плоское движение твердого тела. Свойства плоского движения. Задание плоского движения тела (плоской фигуры). Уравнения плоского движения тела (плоской фигуры). Разложение движения плоской фигуры на поступательное движение вместе с полюсом и вращение вокруг полюса.

54. Теорема о скоростях точек плоской фигуры и её следствия.

55. Понятие мгновенного центра скоростей плоской фигуры и теорема о его существовании и единственности.

56. Применение мгновенного центра скоростей к определению скоростей точек плоской фигуры.

57. Различные случаи определения положения мгновенного центра скоростей.

58. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры.

59. Понятие мгновенного центра ускорений (МЦУ) плоской фигуры.

60. Способы определения мгновенного центра ускорений плоской фигуры.

61. Сферическое движение твердого тела. Углы Эйлера. Уравнения сферического движения.

62. Мгновенная ось вращения. Уравнение мгновенной оси вращения твердого тела при сферическом движении. Угловая скорость и угловое ускорение тела.

63. Определение скоростей и ускорений точек тела при сферическом движении. Распределение скоростей точек тела при сферическом движении. Проекция скорости точки тела на оси декартовых координат.

64. Разложение движения свободного твердого тела на поступательное движение вместе с полюсом и сферическое движение вокруг полюса. Уравнения движения свободного тела. Независимость векторов угловой скорости и углового ускорения свободного тела от выбора полюса.

65. Определение скоростей и ускорений точек свободного твердого тела.

66. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения точки. Задание сложного движения точки.

67. Теорема о сложении скоростей.

68. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса), кориолисово ускорение. Случаи отсутствия кориолисова ускорения.

69. Сложение поступательных движений.

70. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений.

71. Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей.

72. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.

73. Общий случай сложения движений твердого тела.

74. Динамика как раздел теоретической механики. Основные понятия динамики (пространство и время, материальное тело, сила, инертность тела, масса тела, материальная точка, система отсчета).

75. Законы динамики (Галилея-Ньютона) материальной точки. Понятие инерциальной системы отсчета.

76. Две основные задачи динамики точки.

77. Основные виды сил.
78. Дифференциальные уравнения движения свободной точки (в векторной, координатной и естественной форме).
79. Порядок решения прямой задачи динамики точки.
80. Решение обратной (основной) задачи динамики точки при прямолинейном движении.
81. Решение обратной задачи динамики при криволинейном движении точки.
82. Несвободное движение материальной точки. Основное уравнение динамики несвободной точки. Движение точки по заданной неподвижной кривой.
83. Относительное движение точки. Понятие переносной и кориолисовой сил инерции точки.
84. Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел.
85. Свободные колебания точки.
86. Свободные колебания точки при наличии трения скольжения.
87. Свободные колебания точки при линейно-вязком сопротивлении. Аперидическое движение точки.
88. Вынужденные колебания точки.
89. Вынужденные колебания точки при наличии линейно-вязкого сопротивления среды. Аперидическое движение точки.
90. Явление биений. Явление резонанса.
91. Механическая (материальная) система. Классификация сил, действующих на механическую систему. Основные свойства внутренних сил.
92. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
93. Масса механической системы. Центр масс механической системы. Формулы для вычисления координат центра масс системы.
94. Момент инерции механической системы и твердого тела относительно оси. Радиус инерции. Вычисление моментов инерции простейших тел.
95. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера).
96. Центробежные моменты инерции. Эллипсоид инерции. Главные оси и главные моменты инерции.
97. Вычисление момента инерции твердого тела относительно произвольной оси. Понятие о тензоре инерции.
98. Теорема о движении центра масс механической системы. Следствия, закон сохранения движения центра масс.
99. Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс постоянной и переменной силы за данный промежуток времени. Теорема об импульсе равнодействующей.
100. Теорема об изменении количества движения материальной точки (в дифференциальной и интегральной форме).
101. Количество движения механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы (в дифференциальной и интегральной форме). Следствия, закон сохранения количества движения механической системы.
102. Момент количества движения материальной точки.
103. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки.
104. Кинетический момент механической системы.
105. Теорема об изменении кинетического момента механической системы (теорема моментов). Следствия, закон сохранения кинетического момента механической системы, необходимые условия равновесия любой механической системы.
106. Работа постоянной силы на прямолинейном перемещении.
107. Работа переменной силы (общий случай). Вычисление работы через криволинейный интеграл I рода.
108. Элементарная работа силы. Вычисление работы через криволинейный интеграл II рода.
109. Теорема о работе равнодействующей.
110. Работа постоянной силы трения. Работа силы тяжести. Работа силы упругости. Элементарные сведения об идеальных связях. Работа реакции идеальной связи.
111. Мощность силы. Коэффициент полезного действия машины.

112. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки (в дифференциальной и интегральной форме).
113. Кинетическая энергия механической системы и способы её вычисления.
114. Вычисление кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения.
115. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу, при поступательном и вращательном движениях.
116. Работа сил тяжести механической системы и твердого тела.
117. Работа внутренних сил твердого тела.
118. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии твердого тела. Случай механической системы с не изменяющимися со временем идеальными связями.
119. Потенциальная энергия. Вычисление потенциальной энергии механической системы и твердого тела.
120. Закон сохранения полной механической энергии системы.
121. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела.
122. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.
123. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела.
124. Дифференциальные уравнения сферического движения твердого тела.
125. Дифференциальные уравнения движения свободного твердого тела.
126. Сила инерции материальной точки (по Даламберу). Центробежная и касательная составляющие силы инерции. Принцип Даламбера для точки.
127. Принцип Даламбера для механической системы.
128. Приведение сил инерции механической системы (главный вектор и главный момент сил инерции механической системы).
129. Приведение сил инерции твердого тела в различных случаях его движения.
130. Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела. Случай вращения твердого тела вокруг его главной центральной оси инерции. Уравновешивание вращающихся тел.
131. Основные понятия и определения теории удара. Основное уравнение теории удара. Допущения теории удара.
132. Общие теоремы теории удара.
133. Удар шара о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления.
134. Прямой центральный удар двух тел. Предельные случаи.
135. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел. Теорема Карно.
136. Удар по телу, имеющему неподвижную ось вращения. Центр удара.
137. Связи и их уравнения. Классификация связей.
138. Возможные (виртуальные) перемещения голономной системы. Число степеней свободы голономной системы. Принцип возможных перемещений.
139. Принцип возможных перемещений в случае движения системы. Общее уравнение динамики.
140. Обобщенные координаты и обобщенные скорости механической системы.
141. Обобщенные силы. Общее уравнение динамики в обобщенных силах.
142. Условия равновесия системы в обобщенных координатах.
143. Определение обобщенных сил в системах с одной и двумя степенями свободы.
144. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода). Кинетический потенциал.
145. Интеграл энергии и циклические координаты.
146. Понятие об устойчивости равновесия. Определение положений равновесия системы. Критерии устойчивости положения равновесия системы.
147. Малые свободные колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.
148. Исследование свободных колебаний механической системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия.
149. Малые затухающие и вынужденные колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия.
150. Малые свободные колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия.

151. Малые вынужденные колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия.

Шкала оценивания сдачи экзамена

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	36-40
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	32-35
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	24-30
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-23

Оценивание студента на экзамене по дисциплине «Теоретическая механика»:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Доронин, Ф.А. Теоретическая механика: учеб. пособие / Ф.А. Доронин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101840>.

2. Хямяляйнен, В. А. Теоретическая механика: учебное пособие / В. А. Хямяляйнен. — 3-е изд. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. — 226 с. — ISBN 978-5-00137-137-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145146>

3. Яковенко, Г. Н. Краткий курс теоретической механики : учебное пособие / Г. Н. Яковенко. — 6-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 119 с. — ISBN 978-5-00101-699-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135499>

4. Диевский В.А. Теоретическая механика. Сборник заданий: Учебное пособие: учеб. пособие / В.А. Диевский, И.А. Малышева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98236>

Дополнительная литература:

5. Мещерский И. В. Задачи по теоретической механике: учебное пособие для спо / И. В. Мещерский; под редакцией В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-6748-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152459>

6. Атапин, В. Г. Механика. Теоретическая механика. Сопротивление материалов: учебник / В. Г. Атапин. — Новосибирск: НГТУ, 2019. — 378 с. — ISBN 978-5-7782-4019-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152310>

7. Теоретическая механика: учебное пособие: в 2 частях / С. Г. Прасолов, С. И. Будаев, Г. Л. Авдонченкова, А. Н. Пахоменко. — Тольятти: ТГУ, 2014 — Часть 1 — 2014. — 99 с. — ISBN 978-5-8259-0799-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139768>

8. Бертяев, В. Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов: учебное пособие / В. Д. Бертяев, В. С. Ручинский. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-3431-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111879>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Теоретическая механика. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения / Сост. Каримов И. — Режим доступа: <http://www.teoretmech.ru/>

2. Образование и механика. Образовательный сайт / Сост. Косицын А.Ю. — Режим доступа: <http://www.emomi.com/>

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, оборудованной видеопроектором, экраном, персональным компьютером и динамиками.

Практические занятия проводятся в аудитории, в которой имеется набор наглядных пособий (кривошипно-ползунный механизм, кривошипно-коромысловый четырехшарнирный механизм, кривошипно-кулисный механизм, зубчатый механизм с цилиндрическими колесами, зубчатый механизм с коническими колесами, планетарный зубчатый механизм, винтовой дифференциальный механизм, кулачковый механизм).

Для самостоятельной работы обучающихся имеются специализированные помещения, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе, электронной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде вуза, а также к другим библиотечным фондам.

Методические указания для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения,

содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на практическом занятии с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практического занятия.

Четко обозначить тему практического занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце практического занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Методические указания для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными

источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практическом занятии

Перед посещением практического занятия уяснить тему занятия и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Рабочую программу составил проф. Чернова Н.М.

Рецензент: доц. Барановская Л.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 15.03.01 Машиностроение.

Председатель учебно-методической комиссии Кудашева И.О.