

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»

Кафедра сервисных технологий и общетехнических дисциплин

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретическая механика

Образовательной программы по направлению подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика»

Направленность образовательной программы «Ракетно-космическая техника»

Благовещенск 2017 г.

УМКД разработан канд. техн наук Луганцевой Татьяной Анатольевной

УМКД рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры СТиОТД

Протокол заседания кафедры от « *17* » *01* 2017г. № *5*

Заведующий кафедрой *В. В. Абакумова* /И. В. Абакумова/

Учебно-методический комплекс дисциплины утвержден на заседании УМС направления подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика».

« *15* » *01* 2017г. протокол № *5*

Председатель *А. В. Козырь* А. В. Козырь

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа дисциплины	4
2. Краткое изложение программного материала	28
2.1. План-конспект лекций	28
2.2. Терминологический словарь	54
2.3. Методические рекомендации по изучению дисциплины	64
2.3.2. Методические рекомендации по изучению дисциплины (практические занятия)	64
2.3.3. Методические рекомендации по изучению дисциплины (внеаудиторная работа)	99
2.3.4. Методические рекомендации по изучению дисциплины (подготовка к экзамену)	100
3. Контроль знаний	102
3.1. Пример варианта контрольной работы	103
3.2. Тестовый контроль (примеры)	110
4. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины	123

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения теоретической механики как одной из составляющих фундаментальных естественнонаучных знаний является формирование у студентов современной научной базы, необходимой для понимания и усвоения специальных и технических дисциплин, необходимых для работы по специальности.

Задачи изучения дисциплины, соответствующие уровню профессиональных компетенций:

- дать студенту первоначальные представления о постановке инженерных задач, составлении математических и динамических моделей изучаемого механического явления;
- освоить методы определения силовых факторов и других характеристик при равновесии расчетного объекта;
- усвоить основы кинематического и динамического исследования расчетного объекта;
- формирование знаний и навыков, необходимых для изучения ряда профессиональных дисциплин, развитие логического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика» одна из фундаментальных дисциплин базовой части (Б1.Б.19), где студенты впервые встречаются с большим многообразием механических систем, их моделей и методов исследования. Теоретическая механика обеспечивает логическую связь, во-первых, между физикой и математикой, применяя математический аппарат к изучению физических явлений, и, во-вторых, между естественнонаучными дисциплинами и специальными дисциплинами. Основные идеи теоретической механики являются базовыми в подготовке бакалавра. Основные положения и теоремы теоретической механики используются во многих учебных дисциплинах, таких как сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, гидравлика, моделирование систем и процессов, автоматизация технологических процессов и производств, при изучении методов анализа и синтеза специального оборудования и механизмов, а также большого числа специальных дисциплин. Изучение теоретической механики дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать новой информацией, с которой ему придется столкнуться в производственной и научной деятельности.

2.1 Требования к входным знаниям и умениям:

Для изучения курса теоретической механики студент должен:

знать:

- курс физики (механика);
- элементарную математику (алгебра, геометрия и тригонометрия);
- высшую математику (векторная, линейная алгебра и алгебра матриц; теория элементарных функций; начала мат. анализа (производные, интегралы функций одной переменной), решение линейных и нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений);

уметь:

применять полученные знания математики к решению задач теоретической механики;

владеть:

- основными навыками решения задач векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления;
- основными навыками работы на персональном компьютере, включая работу в офисных программах, интернете, в локальных сетях, некоторых графических редакторах и математических пакетах.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения дисциплины бакалавр формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции ОПК-1, ПК-1.

Бакалавр должен обладать:

- способностью применять инженерно-технический подход к решению профессиональных проблем (ОПК-1);
- способностью и готовностью участвовать в анализе состояния ракетно-космической техники в целом, ее отдельных направлений и создании базы современных конструкций и технологий (ПК-1).

В результате изучения теоретической механики студенты должны приобрести следующие знания, умения и навыки, применяемые в их последующем обучении и профессиональной деятельности:

Знать (ОПК-1, ПК-1):

- основные понятия и концепции теоретической механики, важнейшие теоремы теоретической механики и их следствий, порядок применения аппарата теоретической механики в важнейших практических приложениях;
- методы теоретической механики, которые применяются в прикладных дисциплинах;
- основные механические величины, их определения, смысл и значения для теоретической механики;
- основные модели механических явлений, идеологию моделирования технических систем и принципы построения математических моделей механических систем;
- основные теоремы и положения, методы составления уравнений, описывающих динамику, кинематику и статику механизмов;
- основные методы исследования равновесия и движения механических систем, важнейшие (типовые) алгоритмы такого исследования.

Уметь (ОПК-1, ПК-1):

- интерпретировать механические явления при помощи соответствующего теоретического аппарата;
- пользоваться определениями механических величин и понятий для правильного истолкования их смысла;
- объяснять характер поведения механических систем с применением важнейших теорем теоретической механики и их следствий;
- записывать уравнения, описывающие поведение механических систем, учитывая размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, линейные операторы);
- применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач;
- используя основные положения теоретической механики составлять уравнения, описывающие статику, кинематику и динамику механизмов;
- определять силы реакций, действующих на тело, и силы взаимодействия между телами системы;
- анализировать кинематические схемы механических элементов агрегатов и комплексов, определять их основные динамические характеристики;-
- пользоваться при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий.

Владеть навыками (ОПК-1, ПК-1):

- применения основных законов теоретической механики в важнейших практических приложениях;
- применения основных методов исследования равновесия и движения механических систем для решения естественнонаучных и технических задач;
- построения и исследования математических и механических моделей технических систем;

- составления и решения задач теоретической механики;
- применения типовых алгоритмов исследования равновесия и движения механических систем;
 - использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий для исследования математико-механических моделей технических систем;
- критериями выделения основных параметров, влияющих на устойчивую работу установок и агрегатов;
- опытом работы и использования научно-технической информации, *Internet*-ресурсов, баз данных и каталогов, электронных журналов и патентов, поисковых ресурсов и др. в области высокотехнологического оборудования, в том числе, на иностранном языке.

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (ОПК-1, ПК-1):

№ п/п	Наименование модуля дисциплины	ОПК-1	ПК-1	ИТОГО Общее количество компетенций
1.	<i>Модуль «Статика»</i>	+	+	2
2.	<i>Модуль «Кинематика»</i>	+	+	2
3.	<i>Модуль «Динамика»</i>	+	+	2

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 252 часа, 7 зачетных единиц.

№ п/п	Модуль дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации
			Л	Пр	СР	
1	2		4			5
1	Статика	2	Л:12	Пр:16	СР:16	Выполнение и защита расчетно-графических работ, тестирование, контрольная работа, экзамен.
2	Кинематика	2	Л:20	Пр:20	СР:20	Выполнение и защита расчетно-графических работ, тестирование, контрольная работа, экзамен.
3	Динамика	3	Л:22	Пр:36	СР:18	Выполнение и защита расчетно-графических работ, тестирование, контрольная работа, экзамен.
4	ИТОГО		54	72	54	

6. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование модуля дисциплины	Лекц.	Практич. занятия	СРС
1	2	3	4	5
	МОДУЛЬ «СТАТИКА»	12	16	16
1	Введение в статику.	2	-	2
2	Система сходящихся сил.	2	2	2
3	Теория моментов.	1	-	2
4	Приведение систем сил к простейшему виду.	2	2	4
5	Условия и уравнения равновесия различных типов систем сил.	1	6	

1	2	3	4	5
6	Расчет плоских ферм.	-	2	2
7	Трение скольжения и качения.	2	2	2
8	Центр тяжести тела. Методы нахождения центра тяжести тела.	2	2	2
	МОДУЛЬ «КИНЕМАТИКА»	Л:20	Пр:20	СР:20
9	Введение в кинематику. Кинематика точки.	4	4	4
10	Простейшие движения абсолютно твердого тела.	2	2	2
11	Плоскопараллельное движение твердого тела.	4	6	6
12	Сложное движение точки.	2	4	4
13	Движение твердого тела вокруг неподвижной точки (сферическое движение). Общий случай движения свободного твердого тела.	4	2	2
14	Сложное движение твердого тела.	4	2	2
	МОДУЛЬ «ДИНАМИКА»	Л:22	Пр:36	СР:18
15	Динамика как раздел теоретической механики. Динамика материальной точки.	2	4	2
16	Колебания в природе и технике.	2	4	2
17	Геометрия масс.	1	2	1
18	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема о движении центра масс.	1	2	1
19	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема об изменении количества движения.	2	2	1
20	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии.	2	4	2
21	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема об изменении кинетического момента.	2	2	1
22	Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Относительное движение материальной точки.	2	4	2
23	Аналитическая механика. Принцип Лагранжа. Общее уравнение динамики.	2	4	2
24	Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа II рода).	2	6	2
25	Элементарная теория гироскопа.	2		1
26	Элементарная теория удара.	2	2	1
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ:	54	72	54

6.1. Лекции

№ п/п	Наименование модуля дисциплины	Содержание модуля, тема занятия	Колич. часов
1	2	3	4
1	Модуль 1 «Статика» <i>Тема 1</i>	Введение. Предмет и значение теоретической механики в формировании бакалавра и ее место среди других естественных и технических наук. Краткий исторический очерк развития механики. Основные понятия: механическое движение, равновесие, пространство, время, системы отсчета. Метод научной абстракции в теоретической механике. Модели материального объекта: материальная точка, абсолютно твердое тело, система материальных точек, механическая система. Предмет статики. Задачи статики. Основные понятия и определения статики: сила и система сил. Виды сил: равнодействующая и уравнивающая, внешние и внутренние, сосредоточенные и распределенные, активные и пассивные. Системы сил: эквивалентные и уравненные, сходящиеся, параллельные, плоские и пространственные. Свободные и несвободные тела. Аксиомы статики. Связи и реакции связей.	2
2	Модуль 1 «Статика» <i>Тема 2</i>	Система сходящихся сил. Приведение системы сходящихся сил к простейшему виду (геометрический способ - параллелограмм и треугольник сил) Проекция силы на оси декартовой системы координат. Приведение системы сходящихся сил к простейшему виду (аналитический способ). Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Теоремы о трех силах. Статически определимые и статически неопределимые задачи.	2
3	Модуль 1 «Статика» <i>Тема 3</i>	Теория моментов сил. Векторный и алгебраический момент силы относительно точки. Пара сил и ее действие на тело. Свойства пар сил. Условия и уравнения равновесия системы пар сил. Векторный и алгебраический момент силы относительно оси. Момент силы относительно начала координат. Теорема Вариньона.	1
4	Модуль 1 «Статика» <i>Тема 4, 5</i>	Приведение систем сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия плоской и пространственной систем сил. Приведение силы к точке, не лежащей на линии действия силы. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Основная теорема статики (теорема Пуансо): понятие главного вектора, главного момента. Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Аналитические условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Равновесие системы сочлененных тел. Равновесие частично закрепленного тела. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Аналитические условия и уравнения равновесия пространственной системы сил. Динамический винт. Инварианты пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил параллельных сил.	3
5	Модуль 1 «Статика» <i>Тема 7</i>	Трение. Сцепление и трение скольжения. Угол и конус трения. Трение качения. Равновесие тела при наличии трения.	2
6	Модуль 1 «Статика» <i>Тема 8</i>	Центр тяжести. Последовательное сложение параллельных сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести ее частей. Способ отрицательных площадей.	2

1	2	3	4
7	Модуль 2 «Кинематика» Тема 9	Кинематика точки. Введение в кинематику. Кинематика материальной точки. Векторный способ записи движения: положение точки, закон движения, перемещение, средняя и мгновенная скорость точки (модуль и направление), годограф радиус - вектора, годограф скорости, среднее и мгновенное ускорение точки (модуль и направление). Координатные способ описания движения: - прямоугольные декартовы координаты: уравнения движения и уравнение траектории, проекции скорости и ускорения, модуль и направление скорости и ускорения. Естественный способ записи движения точки: естественные координаты, закон движения, естественный трехгранник, модуль и направление скорости и ускорения. Частные случаи описания движений.	4
8	Модуль 2 «Кинематика» Тема 10	Простейшие (основные) движения абсолютно твердого тела. Поступательное движение тела: определение, обобщенные координаты и уравнения поступательного движения, теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси: определение, уравнение движения, характеристики вращательного движения – угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость при вращательном движении – модуль и направление скорости точки (формула Эйлера), модуль и направление ускорения точки (формула Ривальса). Формулы Пуассона. Способы передачи вращательного движения. Передаточные механизмы.	2
9	Модуль 2 «Кинематика» Тема 11	Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение, теорема о разложении плоского движения, уравнения движения. Скорости при плоском движении: общий метод вычисления скоростей через полюс, теорема о проекциях, мгновенный центр скоростей: методы его вычисления и применения. Вычисление угловой скорости. Центроиды. Мгновенный центр ускорений. Вычисление ускорений через полюс, через мгновенный центр ускорений.	4
10	Модуль 2 «Кинематика» Тема 12	Сложное движение точки. Сложное движение материальной точки. Постановка задачи, понятие об относительном, переносном и абсолютном движении. Теоремы о соотношении скоростей и ускорений при поступательном переносном движении, теорема Кориолиса, модуль и направление кориолисова ускорения (правило Н.Е.Жуковского).	2
11	Модуль 2 «Кинематика» Тема 13	Сферическое движение твердого тела. Сферическое движение твердого тела (движение твердого тела с одной неподвижной точкой). Определение сферического движения, углы Эйлера, уравнения движения, теорема Эйлера – Даламбера. Мгновенная ось вращения. Аксоиды. Угловая скорость и ускорение при сферическом движении. Кинематические уравнения Эйлера. Линейные скорости и ускорения точек при сферическом движении. Общий случай движения твердого тела. Общий случай движения твердого тела. Число степеней свободы. Разложение движения твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения. Распределение скоростей и ускорений свободного тела при его пространственном движении. Угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость и линейные ускорения точек.	4
12	Модуль 2 «Кинематика» Тема 13	Сложное движение твердого тела. Сложные движения твердого тела. Сложение двух поступательных движений твердого тела. Сложение поступательного и вращательного движений. Сложение двух вращений твердого тела (оси скрещиваются). Сложение вращательных движений тела вокруг пересекающихся осей. Пара вращений. Сложение двух вращений тела вокруг параллельных и антипараллельных осей.	4

1	2	3	4
13	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 14</i>	Динамика как раздел теоретической механики. Законы Галилео-Ньютона. Инерциальная и неинерциальная системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки: в векторном виде, в проекциях на оси декартовой и естественной систем координат. Первая и вторая задачи динамики и методы их решения. Основные виды прямолинейного движения точки, свободное прямолинейное движение точки. Криволинейное движение материальной точки: движение материальной точки в пустоте. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.	2
14	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 15</i>	Колебания в природе и технике. Понятие малых колебаний. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы: закон собственных колебаний системы, основные свойства собственных колебаний. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы при наличии сопротивления пропорционального скорости: свойства колебаний с сопротивлением. Вынужденные колебания для систем с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления: закон колебаний, свойства вынужденных колебаний. Вынужденные колебания с одной степенью свободы при наличии сопротивления пропорционального скорости: свойства вынужденных колебаний.	2
15	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 16</i>	Геометрия масс. Масса механической системы. Центр масс механической системы. Моменты инерции материальной точки относительно полюса, оси, плоскости. Моменты инерции системы материальных точек относительно полюса, оси, плоскости. Моменты инерции абсолютно твердого тела. Моменты инерции однородных тел. Радиус инерции. Физический смысл моментов инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера). Осевые и полярные моменты инерции в декартовых координатах, связь между ними. Центробежные моменты инерции. Главные оси инерции и их свойства. Момент инерции относительно оси любого направления. Эллипсоид инерции.	1
16	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 17</i>	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Центр масс однородных тел. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс.	1
17	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 18</i>	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Количество движения материальной точки и механической системы относительно центра и оси. Количество движения абсолютно твердого тела. Теорема об изменении количества движения (дифференциальный вид). Понятие элементарного импульса и импульса силы за какой-либо промежуток времени. Теорема импульсов (интегральный вид теоремы об изменении количества движения). Закон сохранения количества движения. Закон сохранения импульса.	2
18	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 19</i>	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Кинетическая энергия: материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела (при поступательном, вращательном и плоском движении). Теорема Кенига. Работа силы: элементарная работа сил, приложенных к твердому телу, - на конечном перемещении, силы тяжести, силы трения скольжения, силы упругости. Элементарная работа момента силы. Мощность силы и пары сил. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых механических систем (дифференциальный и интегральный вид). Понятие о силовом поле. Потенциальное силовое поле и его свойства. Эквипотенциальные поверхности. Потенциальная функция. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.	2

1	2	3	4
19	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 20</i>	Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема об изменении кинетического момента. Момент количества движения материальной точки относительно полюса. и оси. Момент количества движения относительно начала координат. Кинетический момент механической системы относительно точки и оси. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента. Закон сохранения кинетического момента.	2
20	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 21</i>	Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор сил инерции. Главный момент сил инерции. Частные случаи приведения сил инерции: при поступательном движении, при вращательном движении вокруг центра масс, при вращении вокруг произвольной оси, при плоском движении, при равномерном вращении однородного стержня. Определение динамических реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси.	2
21	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 22</i>	Аналитическая механика. Аналитические связи и их классификация. Перемещения возможные и действительные. Принцип виртуальных перемещений и скоростей. (Принцип Лагранжа). Метод кинетостатики. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики. Относительное движение материальной точки.	2
22	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 23</i>	Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Обобщенные координаты скорости, ускорения и возможные перемещения механической системы. Представление кинетической и потенциальной энергии в квадратичной форме. Обобщенные силы и методы их вычисления. Вывод уравнений Лагранжа второго рода из общего уравнения динамики. Физический смысл уравнений Лагранжа второго рода. Функция Лагранжа. Принцип возможных перемещений в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных механических систем.	2
23	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 24</i>	Элементарная теория гироскопа. Понятие о гироскопе. Основные допущения элементарной теории гироскопа. Действие силы на ось гироскопа. Регулярная прецессия гироскопа. Гироскопический момент. Гироскопический эффект. Кинетический момент быстровращающегося гироскопа. Гироскоп с двумя степенями свободы.	2
24	Модуль 3 «Динамика» <i>Тема 25</i>	Элементарная теория удара. Основные понятия и определения теории удара. Перемещения точек при ударе. Ударный импульс. Удар материальной точки об идеально гладкую поверхность. Коэффициент восстановления скорости при ударе. Общие теоремы динамики в теории удара. Прямой центральный удар двух тел. Удар по вращающемуся телу. Центр удара. Условие отсутствия ударных реакций.	2
	ИТОГО:		54

6.2. Практические занятия

Цель практических занятий – научиться динамическому и математическому моделированию статических и динамических процессов, происходящих в механических системах, на примере решения типовых задач.

В итоге изучения дисциплины студент должен знать основные понятия и законы механики, виды движений, уравнения равновесия и уравнения движения тел; должен понимать механический смысл законов и уравнений механики; должен уметь применять законы и уравнения при анализе и расчетах движений механизмов.

Уметь формулировать решаемые задачи в понятиях теоретической механики, применять законы и уравнения при анализе и расчете движений звеньев механизма;

- определять вид движения тела (поступательное, вращательное вокруг неподвижной оси, плоское движение, и т.п.) и записать формулу передачи движения от одного тела к другому;

- по виду движения тел и данным поставленной задачи определить закон (теорему, уравнение, принцип), с помощью которого задачу можно решить;

- разрабатывать механико-математические модели, адекватно отражающие основные свойства рассматриваемых явлений.

Задачи практических занятий.

В статике научиться:

- правильно выбирать объекты, равновесие которых необходимо (удобно) рассмотреть для определения неизвестных параметров;

- правильно и быстро определить виды условий равновесия разных систем сил, составить их и решить;

- пониманию эквивалентного преобразования систем сил, правильному упрощению разных типов систем сил.

В кинематике научиться:

- представлять различные типы движения твердого тела и уметь анализировать кинематические характеристики точки и твердого тела;

- умению моделировать многообразные механические системы и анализировать их кинематические свойства;

- решать многообразные кинематические задачи для точки, абсолютно твердого тела, используя теорию сложения движений.

В динамике научиться:

- умению объединять знания по статике, кинематике, необходимым разделам математики с достаточно сложными понятиями динамики для анализа изученных и новых моделей механических систем.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема занятия	Цель занятия	Кол-во часов
1	2	3	4	5
1	Модуль «Статика» Тема 2	Система сходящихся сил (ССС).	Изучить геометрический и аналитический способы определения равнодействующей СССР, условия равновесия плоской и пространственной СССР. Изучить алгоритм и уметь решать задачи на равновесие СССР в геометрической и аналитической форме. Научиться определять проекции силы на три взаимно перпендикулярные оси.	2
2	Модуль «Статика» Тема 4	Приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду.	Научиться рассчитывать алгебраический момент силы относительно начала координат. Получить представление о главном векторе, главном моменте, равнодействующей плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил; Научиться приводить систему сил к простейшему виду и анализировать результаты.	2

1	2	3	4	5
3	Модуль «Статика» Тема 5.	Плоская система сил. Условия и уравнения равновесия ее равновесия. Пространственная система сил. Условия и уравнения равновесия ее равновесия.	Научиться составлять уравнения равновесия тел и сочлененных конструкций, находящихся под действием плоской или пространственной систем сил. Решение задач на равновесие твердого тела или системы тел, к которым приложена плоская или пространственная система сил.	6
4	Модуль «Статика» Тема 6.	Расчет плоских ферм.	Научиться производить расчет стержневых систем. Научиться пользоваться при проведении расчетов методом вырезания узлов, определять точку Риттера, пользоваться методом сечений.	2
5	Модуль «Статика» Тема 7.	Трение скольжения и трение качения.	Знать зависимости для определения силы трения скольжения и силы трения качения. Приобрести практические навыки решения задач на равновесие при наличии трения скольжения и трения качения.	2
6	Модуль «Статика» Тема 8.	Центр тяжести. Методы нахождения центра тяжести тела.	Изучить методы определения центра тяжести тела.	2
7	Модуль «Кинематика» Тема 9.	Кинематика точки.	Получить представление о пространстве, времени, траектории, скорости и ускорении. Изучить способы задания движения точки. Научиться составлять уравнения движения точки и уравнение траектории. Изучить обозначения, единицы измерения, взаимосвязь кинематических параметров движения, формулы для определения скоростей и ускорений, радиуса кривизны траектории. Решение задач по теме.	4
8	Модуль «Кинематика» Тема 10	Простейшие движения твердого тела	Получить представление о поступательном движении, его особенностях и параметрах, о вращательном движении тела и его параметрах. Изучить формулы для определения параметров поступательного и вращательного движений тела. Научиться определять кинематические параметры при поступательном и вращательном движениях. Изучить способы передачи вращательного движения.	2
9	Модуль «Кинематика» Тема 11	Плоскопараллельное движение.	Изучить способы определения мгновенного центра скоростей. Научиться определять угловую скорость тела и линейную скорость точек тела через МЦС. Научиться определять ускорения точек через полюс и через мгновенный центр ускорений.	6

1	2	3	4	5
10	Модуль «Кинематика» Тема 12	Сложное движение точки.	Получить представление об относительном, переносном и абсолютном движении. Выработать практические навыки решения задач на сложное движение точки. Научиться определять модуль и направление кориолисова ускорения.	4
11	Модуль «Кинематика» Тема 13	Сферическое движение твердого тела.	Выработать практические навыки решения задач на сферическое движение твердого тела.	2
12	Модуль «Кинематика» Тема 14	Сложное движение твердого тела.	Выработать практические навыки решения задач на сферическое движение твердого тела.	2
13	Модуль «Динамика» Тема 15	Первая и вторая задачи динамики материальной точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки	Получить представление о массе тела и ускорении свободного падения, о связи между силовыми и кинематическими параметрами движения, о двух основных задачах динамики. Выработать практические навыки решения задач на первую и вторую задачу динамики.	4
14	Модуль «Динамика» Тема 16	Колебания в природе и технике.	Выработать практические навыки решения задач на колебания механических систем с одной степенью свободы.	4
15	Модуль «Динамика» Тема 17	Геометрия масс.	Выработать практические навыки решения задач на определение моментов инерции различных тел. Научиться использовать теорему Гюйгенса – Штейнера.	2
16	Модуль «Динамика» Тема 18, 19	Общие теоремы динамики: теорема о движении центра масс, теорема об изменении количества движения.	Усвоение основных понятий, определений и законов, позволяющих исследовать движение твердого тела и механической системы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии. Выработать практические навыки решения задач на применение этих теорем динамики.	4
17	Модуль «Динамика» Тема 20	Общие теоремы динамики: теорема об изменении кинетической энергии.	Усвоение основных понятий, определений и законов, используемых для описания движения на основании закона сохранения и изменения кинетической энергии. Выработать практические навыки решения задач динамики механической системы, в которых используются теоремы об изменении кинетической энергии.	2
18	Модуль «Динамика» Тема 21	Общие теоремы динамики: теорема об изменении кинетического момента	Выработать практические навыки решения задач динамики механической системы, в которых используется теорема об изменении момента количества движения (кинетического момента).	2

1	2	3	4	5
19	Модуль «Динамика» Тема 22.	Принцип Даламбера	Усвоение основных понятий, определений и положений, используемых для описания динамики уравнениями по виду аналогичными уравнениям статики. Выработать практические навыки решения задач на равновесие материальной системы при помощи принципа Даламбера.	4
20	Модуль «Динамика» Тема 23	Принцип Лагранжа (принцип возможных перемещений). Общее уравнение динамики.	Усвоение основных понятий, определений и законов, используемых для описания поведения материальной точки, твердого тела, системы материальных точек или тел (независимо от того находятся они в состоянии покоя или движения). Выработать практические навыки решения задач на равновесие несвободной материальной системы при помощи принципа возможных перемещений. Выработать практические навыки решения задач на общее уравнение динамики материальных систем.	2
21	Модуль «Динамика» Тема 24	Уравнения Лагранжа II рода	Усвоение основных понятий, определений и уравнений, используемых для получения уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Выработать практические навыки составления дифференциальных уравнений движения механической системы с одной и двумя степенями свободы с помощью уравнений Лагранжа второго рода.	6
22	Модуль «Динамика» Тема 25	Элементарная теория удара	Знакомство с основными понятиями и определениями, характеризующими теорию удара. Выработать практические навыки решения задач по теме.	
	ИТОГО:			72

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Целью самостоятельной работы является закрепление полученных теоретических и практических знаний по курсу теоретической механики, выработка навыков самостоятельной работы и умения применять полученные знания. Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний и умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала бакалавров. Самостоятельная работа заключается в проработке тем лекционного материала, поиске и анализе литературы из электронных источников информации по заданной проблеме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к практическим занятиям, тестированию, выполнению и защите расчетно-графических работ.

№п/п	Виды самостоятельной работы	Номер семестра	Объём, час
1.	Подготовка к экзамену	2, 3	72
2.	Усвоение теоретического материала по дисциплине	2, 3	18
3.	Подготовка к практическим занятиям, решение типовых задач.	2, 3	18
4.	Выполнение расчетно-графических работ	2, 3	18
	ИТОГО:		108

7.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Луганцева Т. А. Кинематика точки: учеб. пособие. АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2012. - 93 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3124.pdf.

2. Луганцева Т. А. Плоскопараллельное движение: учеб. пособие. АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2012. - 105 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3122.pdf

3. Луганцева Т. А., Ларченко Н.М. Введение в статику: учеб. пособие. /Т.А.Луганцева, Н.М.Ларченко.; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2010. - 88с. Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3121.pdf.

4. Луганцева Т. А. Геометрическая статика Система сходящихся сил: учеб. пособие. АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. - 105 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6938.pdf

5. Луганцева Т.А. Расчет плоских ферм. учеб. пособие /Т. А. Луганцева – АмГУ, - Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2016. – 50 с.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7328/.pdf

6. Луганцева Т. А., Труфанова Т.В. Динамика. учеб. пособие /Т. А. Луганцева, Т.В.Труфанова. - АмГУ, – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2011. - 144 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3120.pdf.

7. Луганцева Т. А., Труфанова Т.В. Динамика в вопросах и ответах. учеб. пособие /Т.А.Луганцева, Т.В.Труфанова. - АмГУ, – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. - 178 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6633.pdf.

Учебники и учебные пособия из списка основной и дополнительной литературы.

Формой итогового контроля по дисциплине являются экзамены. Студенты допускаются до экзамена только после выполнения и защиты всех видов самостоятельной работы, предусмотренных рабочей программой.

Вопросы для подготовки к практическим занятиям и для самопроверки выдаются старосте каждой группы, изучающей дисциплины, и имеются на кафедре.

В течение семестра до начала сессии проводятся консультации в пределах нагрузки (часов) для организации данного вида работы.

7.2. Тематика расчетно-графических работ

Расчетно-графические работы проводятся с целью практической проработки разделов дисциплины, что способствует закреплению, углублению и обобщению теоретических знаний, развивает творческую инициативу и самостоятельность, повышает интерес к изучению дисциплины и прививает навыки научно-исследовательской работы.

Подготовка к защите расчетно-графических работ осуществляется каждым студентом самостоятельно и включает проработку разделов лекционного материала, охватывающего тему данной работы, выполнение работы и оформление пояснительной записки в соответ-

вии с требованиями. Пояснительная записка оформляется на листах белой бумаги (формата А 4) и включает следующие разделы: титульный лист, условие задачи (техническое задание), решение задач и пояснения к ним, содержащие необходимые уравнения, выводы соответствующих зависимостей, теоремы и расчеты, сопровождаемые требуемыми графическими иллюстрациями. При выполнении пояснительной записки допускается использование ПЭВМ.

Самостоятельные работы, оформленные небрежно и без соблюдения предъявляемых к ним требований, не рассматриваются и не засчитываются.

Расчетно-графические работы по дисциплине выполняются каждым студентом в рамках самостоятельной работы по следующим темам:

№ п/п	Наименование модуля дисциплины	Расчетно-графические работы	Трудоемкость в часах
1	Модуль 1 «Статика»	С-1 Определение усилий в стержнях (Система сходящихся сил)	1,0
		С-3.Определение реакций опор составной конструкции (система двух тел).	1,0
		С-4.Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы.	1,0
		С-7. Определение реакций опор твердого тела (пространственная система сил.)	1,0
		С-8. Определение положения центра тяжести тела	1,0
2	Модуль 2 «Кинематика»	К-1. Определение скорости и а ускорения точки по заданным уравнениям ее движения.	1,0
		К-2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях.	1,0
		К-3. Кинематический анализ плоского механизма.	1,0
		К-9, К-10. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в случае поступательного (вращательного) переносного движения.	2,0
3	Модуль 3 «Динамика»	Д-1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием постоянных сил.	2,0
		Д-10. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы.	2,0
		Д-19. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы с одной степенью свободы.	2,0
		Д-21 Исследование свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы.	2,0
		ИТОГО:	18

7.3 Требования к защите расчетно-графических работ

При защите расчетно-графических работ обучающейся должен уметь:

- четко сформулировать поставленную задачу (что дано, что требуется найти);
- объяснить каким методом пользовался при решении задачи (сформулировать его, указать основные свойства, область применимости);
- знать основные используемые формулы и определения;
- рассказать последовательность решения задачи (общий план и особенности варианта);
- объяснить полученный результат (если требуется провести его анализ);
- отвечать на дополнительные вопросы по теме расчетно-графической работы;
- отстаивать свою точку зрения при объяснении.

7.4 Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- факторы, изменяющие действие трения на движение механических систем;
- центр параллельных сил;

- центр тяжести тела. Методы нахождения центра тяжести тела;
- свободные колебания материальной точки с одной степенью свободы;
- вынужденные колебания материальной точки с одной степенью свободы.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в качестве основной технологии, используется традиционная технология изучения материала, а также электронная форма обучения.

В учебном процессе, помимо чтения лекций и проведения практических занятий, на которых решаются задачи по конкретной тематике, проводится подготовка докладов по углубленному анализу сложных разделов или задач прикладной механики, решение задач олимпиадного типа, что способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся в соответствии с профессиональными компетенциями.

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций: метод презентации информации, проблемные лекции, модульно-рейтинговая система обучения, технология поэтапного формирования знаний, умений и навыков.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при выполнении проблемно-ориентированных заданий.

Проведение занятий в интерактивной форме:

- 2 семестр - 16 часов (лекции 8 часов, практические занятия 8 часов);
- 3 семестр - 12 часов (лекции 4 часа, практические занятия 8 часов).

№ п/п	Учебно-образовательный модуль	Проблемная лекция. Демонстрация слайд-презентации лекции	Практические занятия и лабораторные работы
	Статика. Кинематика. Динамика	Проблемная лекция: Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения, студенты, становясь соучастниками поиска, следят за логикой рассуждений преподавателя и в результате усваивают этапы решения целостной проблемы.	- тренинг с применением разных методов решения одной и той же задачи; - коллективное решение задачи в составе малой группы с последующим обсуждением в составе учебной группы; - обучающее тестирование.

9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Теоретическая механика», который является приложением к рабочей программе..

В качестве основных средств текущего контроля используется тестирование, и контрольные работы, а также выполнение и защита расчетно-графических работ.

9.1 Тестовый контроль:

Модуль 1	Тест 1 «Основные понятия статики». Тест 2 «Аксиомы статики». Тест 3 «Связи и реакции связей».
Модуль 1	Тест 4 «Система сходящихся сил».
Модуль 1	Тест 5 «Плоская система сил». Тест 6 «Пространственная система сил». Тест 7 «Приведение пространственной системы сил к простейшему виду».
Модуль 2	Тест 8 «Кинематика точки».
Модуль 2	Тест 9 «Простейшие движения абсолютно твердого тела».
Модуль 2	Тест 10 «Плоское движение абсолютно твердого тела».
Модуль 2	Тест 11 «Сложное движение точки».
Модуль 3	Тест 12 «Динамика материальной точки».
Модуль 3	Тест 13 «Динамика механической системы».

9.2 Примерные вопросы к экзамену

Модуль «Статика»

1. Основные понятия и определения статики: понятие абсолютно твердого тела, материальной точки, силы и системы сил.
2. Аксиомы статики.
3. Связи и реакции связей.
4. Приведение системы сходящихся сил к равнодействующей.
5. Условия равновесия системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме.
6. Теорема о трех непараллельных силах.
7. Алгоритм решения задач на систему сходящихся сил.
8. Векторный момент силы относительно точки.
9. Алгебраический момент силы относительно точки.
10. Понятие пары сил. Теорема о моменте пары. Момент пары как вектор.
11. Теорема о переносе пары сил в ее плоскости и об эквивалентности двух пар.
12. Сложение пар сил, лежащих в одной плоскости. Условие равновесия плоской системы пар.
13. Теорема о переносе пары сил в параллельную плоскость.
14. Сложение пар сил в пространстве. Условие равновесия пространственной системы пар сил.
15. Приведение плоской системы сил к простейшему виду методом Пуансо.
16. Приведение плоской системы сил к одной силе - равнодействующей.
17. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
18. Частные случаи приведения плоской системы сил.
19. Условия равновесия плоской системы сил. Равновесие системы параллельных сил.
20. Различные формы уравнений равновесия плоской системы сил.
21. Расчет плоских ферм. Метод вырезания узлов, метод сечений Риттера. Леммы о нулевых стержнях.
22. Трение. Виды трения. Законы трения скольжения (при покое); угол трения и конус трения. Равновесие при наличии трения скольжения.
23. Понятие о трении качения и верчения.
24. Векторный и алгебраический момент силы относительно оси.

25. Зависимость между моментами силы относительно оси и относительно точки на оси.
26. Приведение пространственной системы к простейшему виду. Главный вектор и главный момент. Теорема Вариньона.
27. Изменение главного момента при перемене центра приведения. Инварианты системы сил.
28. Случай приведения пространственной системы к одной паре.
29. Приведение пространственной системы сил к одной силе - равнодействующей.
30. Приведение системы сил к динамическому винту. Ось силового винта (центральная ось системы сил), уравнения оси невырожденного винта
31. Условие и уравнения равновесия произвольной пространственной системы сил.
32. Условия равновесия пространственной системы параллельных сил.
33. Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил.
34. Центр тяжести тела, объема, площади, линии.
35. Аналитический способ определения положения центра системы параллельных сил.

Модуль «Кинематика»

1. Основные понятия и определения кинематики.
2. Способы задания движения точки.
3. Скорость и ускорение точки при задании ее движения векторным способом.
4. Скорость и ускорение точки при задании ее движения естественным способом.
5. Скорость и ускорение точки при задании ее движения в декартовых координатах.
6. Частные случаи описания движения твердого тела.
7. Поступательное движение твердого тела. Уравнения движения. Свойства поступательного движения. Вращательное движение и его характеристики.
8. Линейная скорость и ускорения точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Формула Эйлера.
9. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Способы передачи вращательного движения.
10. Понятие абсолютного, относительного и переносного движения. Теорема сложения скоростей. Теорема сложения ускорений при поступательном переносном движении.
11. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). Определение направления кориолисова ускорения.
12. Плоскопараллельное движение. Уравнение движения плоской фигуры.
13. Определение скорости любой точки плоской фигуры как геометрической суммы скорости полюса и скорости этой точки при вращении фигуры вокруг полюса. Мгновенный центр скоростей.
14. Определение ускорения любой точки плоской фигуры как геометрической суммы ускорения полюса и ускорения этой точки при вращении фигуры вокруг полюса. Мгновенный центр ускорений.
15. Сферическое движение твердого тела (движение твердого тела с одной неподвижной точкой). Определение сферического движения.
16. Углы Эйлера. Уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной точки.
17. Теорема о конечном перемещении твердого тела, имеющего одну неподвижную точку (теорема Эйлера – Даламбера). Мгновенная ось вращения.
18. Угловая скорость и угловое ускорение при вращении тела вокруг неподвижной точки.
19. Кинематические уравнения Эйлера. Линейные скорости и ускорения тела при сферическом движении.
20. Общий случай движения абсолютно твердого тела. Число степеней свободы. Разложение движения твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения.

21. Распределение скоростей и ускорений свободного тела при его пространственном движении. Угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость и линейные ускорения точек.

22. Сложные движения твердого тела. Сложение двух поступательных движений твердого тела.

23. Сложение поступательного и вращательного движений.

24. Сложение двух вращений твердого тела (оси скрещиваются).

25. Сложение вращательных движений тела вокруг пересекающихся осей. Пара вращений.

26. Сложение двух вращений тела вокруг параллельных и антипараллельных осей.

Модуль «Динамика»

1. Введение в динамику. Предмет динамики. Пространство, время в законах Ньютона. Инерциальная система отсчета. Задачи динамики.

2. Основные законы динамики. Классификация систем сил. Две основные задачи динамики точки. Алгоритм решения первой и второй задач динамики точки.

3. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки.

4. Введение в динамику механической системы. Понятие механической системы. Силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил. Масса системы.

5. Моменты инерции (полярный, осевой, плоскостные) и их взаимосвязь. Радиус инерции. Центробежные моменты инерции. Главная ось инерции. Момент инерции относительно произвольной оси. Эллипсоид инерции.

6. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей.

7. Примеры вычисления моментов инерции тонкого однородного стержня, кольца, сплошного однородного диска (цилиндра), полого цилиндра (кольца).

8. Центр масс механической системы. Центр масс однородных тел. Вывод теоремы о движении центра масс. Дифференциальные уравнения движения центра масс. Закон сохранения движения центра масс.

9. Количество движения материальной точки и механической системы. Теорема об изменении количества движения механической системы (в дифференциальной форме). Закон сохранения количества движения механической системы.

10. Элементарный импульс силы. Импульс силы за определенный промежуток времени. Теорема импульсов. Закон сохранения импульса.

11. Кинетическая энергия материальной точки, механической системы и твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении.

12. Элементарная работа силы. Работа силы на конечном перемещении.

13. Работа силы тяжести, работа силы упругости.

14. Работа и мощность сил, приложенных к твердому телу при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях.

15. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы (дифференциальный и интегральный вид).

16. Потенциальное силовое поле и его свойства. Потенциальная функция. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.

17. Алгоритм решения задач на применение теоремы об изменении кинетической энергии для неизменяемой системы.

18. Момент количества движения точки. Главный момент количества движения системы относительно центра и оси. Теорема об изменении кинетического момента.

19. Закон сохранения кинетического момента. Главный момент количества движения вращающегося тела относительно оси вращения. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.

20. Динамика простейших движений твердого тела: дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоскопараллельного движения твердого тела. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек. Определение реакций в опорах твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Статические и добавочные динамические реакции. Условия динамической балансировки.

21. Принцип Даламбера для точки и механической системы. Определение главного вектора и главного момента сил инерции при различных движениях твердого тела.

22. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

23. Классификация связей. Уравнение связей. Перемещения возможные и действительные. Вариация и дифференциал.

24. Работа силы на возможном перемещении. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Примеры определения реакций связей.

25. Принцип Даламбера – Лагранжа. Общее уравнение динамики. Алгоритм решения задач.

26. Обобщенные координаты, скорости, ускорения и возможные перемещения. Число степеней свободы.

27. Понятие обобщенной силы. Способы вычисления обобщенных сил.

28. Уравнения Лагранжа второго рода. Функция Лагранжа. Принцип возможных перемещений в обобщенных координатах.

29. Свободные колебания систем с одной степенью свободы и их свойства.

30. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы и их свойства.

31. Понятие о гироскопе. Основные допущения элементарной теории гироскопа. Действие силы на ось гироскопа.

32. Регулярная прецессия гироскопа. Гироскопический момент Гироскопический эффект.

33. Кинетический момент быстровращающегося гироскопа. Гироскоп с двумя степенями свободы.

34. Основные понятия и определения теории удара. Перемещения точек при ударе. Ударный импульс.

35. Удар материальной точки об идеально гладкую поверхность. Коэффициент восстановления скорости при ударе.

36. Общие теоремы динамики в теории удара. Прямой центральный удар двух тел.

37. Удар по вращающемуся телу. Центр удара. Условие отсутствия ударных реакций.

9.3 Требования к содержанию билета на экзамене

Экзамен по дисциплине «Теоретическая механика» проводится по билетам, включающим два теоретических вопроса и задачу. Примеры экзаменационных билетов приводятся в фонде оценочных средств дисциплины.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с.

2. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. /А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М. : КноРус, 2011. - 603 с.

3. Цывильский В.Л. Теоретическая механика: Учеб. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2008. – 319с.

б) дополнительная литература

1. Горбач, Н. И. Теоретическая механика. Динамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/Горбач Н. И. - Минск: Вышэйшая школа. 2012. - 320 с. Режим доступа: : <http://www.iprbookshop.ru/20286>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю

2. Козинцева С.В. Теоретическая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Козинцева С.В., Сусин М.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012.- 152 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/728>.- ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Диевский В.А. Теоретическая механика: сб. заданий: Рек. УМО/ - СПб.: Лань, 2007. -192 с.

4. Луганцева Т.А. Кинематика точки: учеб. пособие. АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2012. – 93 с. Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3124.pdf.

5. Луганцева Т.А. Плоскопараллельное движение: учеб. пособие. АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2012. – 105 с. Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3122.pdf

6. Луганцева Т.А., Ларченко Н.М. Введение в статику: учеб. пособие. /Т.А.Луганцева, Н.М.Ларченко.; АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2010. – 88с. Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3121.pdf.

7. Луганцева Т.А. Геометрическая статика Система сходящихся сил: учеб. пособие. АмГУ, Эн.ф. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 105 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6638pdf

8. Луганцева Т.А., Труфанова Т.В. Динамика. учеб. пособие /Т.А.Луганцева, Т.В.Труфанова. - АмГУ, – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2011. – 144 с. Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3120.pdf.

9. Луганцева Т.А., Труфанова Т.В. Динамика в вопросах и ответах. учеб. пособие /Т.А.Луганцева, Т.В.Труфанова. - АмГУ, – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013. – 178 с.

Режим доступа file://10.4.1.254/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6633.pdf

10. Люкшин Б.А. Практикум по теоретической механике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Люкшин Б.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 171 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14019>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

11. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учеб. пособие. 44 изд., стер. Рек. Мин. обр. РФ – СПб. Лань, 2005. 448 с.

12. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие: Доп. Мин.обр. СССР / Ред. А.А. Яблонский/. - М.: Интеграл-Пресс, 2004. - 382 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>

2. <http://www.lib.-> сайт, посвященный проблемам механики.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ)

Курс теоретической механики состоит из научной и практической части. Научная часть курса обычно излагается на лекциях. Практическая часть изучается на практических занятиях и заключается в решении задач механики.

11.1 Лекции – раскрывают основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делают акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть усвоены студентами. Материалы лекций являются основой для изучения курса и подготовки к практическим занятиям. Лекция является одним из основных источников знаний, так как она содержит в себе информацию в обобщенном и законченном виде. Лекция обеспечивает первичное усвоение материала курса, способствует развитию познавательных интересов.

При изучении теоретического материала учебной дисциплины особое внимание следует обратить на правильное ведение конспекта. При ведении конспекта лекций необходимо оставлять в них поля, в которых делать пометки при изучении темы по рекомендованным учебникам. После лекции необходимо работать с учебниками, рекомендованными лектором, дополнять лекцию новыми примерами, разъяснениями, дополняющими рассмотренную тео-

рию. Вносить в конспект курса лекций теоретические вопросы, отнесенные к самостоятельному изучению, в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Перед очередной лекцией необходимо изучить предыдущую лекцию.

11.2 Методические указания к изучению рекомендованной литературы по дисциплине

Изучение дисциплины необходимо изучать с ознакомлением с рабочей программой дисциплины и учебно-методическим комплексом дисциплины.

В научной библиотеке университета необходимо получить учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также в большей степени для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Огромные объемы информации требуют сегодня от студента умения сжатия и структурирования учебного текста.

Возможны следующие уровни усвоения материала:

- уровень узнавания материала;
- уровень понимания написанного;
- уровень воспроизведения материала.

Необходимо при изучении теоретического материала понять текст, уметь задавать вопросы по тексту, комментировать текст, отвечать на вопросы учебника (или УМКД дисциплины) для самопроверки, сопоставлять новые сведения с уже известными, выделять ключевые слова, не только писать формулы, но и раскрывать их смысл на языке теоретической механики.

11.3 Методические указания к изучению дисциплины (практические занятия)

Задачей практических занятий является изучение методов расчета типовых задач, а также практическое осмысление основных теоретических положений курса. При решении задач обращается внимание на логику решения, на физическую сущность используемых величин, их размерность. Далее проводится анализ полученного решения, результат сопоставляется с реальными объектами, что вырабатывает у студентов инженерную интуицию.

Перед практическим занятием необходимо изучить материал, изложенный на лекции и выполнить самостоятельную работу, предусмотренную рабочим планом. Для этого используются: конспект лекций, соответствующие разделы печатных и электронных учебников, ответы на вопросы для самоконтроля знаний. После практического занятия самостоятельно решить рекомендованные задачи и очередной этап курсовой работы.

Решить учебную задачу по теоретической механике – значит найти последовательность общих положений механики (законов, формул, определений, правил), использование которых позволяет получить то, что требуется в задаче, - ее ответ.

Решение любой задачи по теоретической механике включает в себя четыре принципиально важных этапа:

- изучение (анализ) содержания задачи, краткая запись условий и требований;
- изучение алгоритма решения задач по данной теме;
- поиск способа (принципа) решения и составление плана решения;
- осуществление решения, проверка правильности и его оформление;
- обсуждение (анализ) проведенного решения, отбор информации, полезной для дальнейшей работы.

При решении задач следует:

- определить к какому разделу теоретической механики относится рассматриваемая задача;
- усвоить теоретический материал на изучаемую тему;
- выписать предложенные на лекциях, рекомендованных учебниках и учебных пособиях алгоритмы решения задач на данную тему;
- разобрать задачи, рассмотренные на практических занятиях и имеющиеся в учебниках и пособиях примеры решения задач;
- записать краткое условие задачи;

- определиться с методом решения задачи;
- выписать математическое выражение выбранного метода;
- сделать четкий рисунок в выбранном масштабе, соответствующий условию задачи и методу решения;
- запись уравнений и их решение приводить в буквенном виде, численные значения подставлять в конечные выражения;
- привести таблицу ответов, полученных величин.

В задачниках по теоретической механике приводятся задачи двух видов: на усвоение учебного материала (стандартные задачи) и активное использование изученного материала. Основная учебная функция упражнений по решению стандартных задач - перевод знаний, усвоенных на уровне воспроизведения, на уровень знаний – умений. Для таких задач имеются способы решения, одни из которых описаны в самих задачниках, другие анализируются на практических занятиях.

Решение задач на активное использование изученного материала – нестандартных или проблемных, поисковых, творческих, олимпиадных задач это исследовательская работа студента первокурсника.

11.4 Методические указания к изучению дисциплины (расчетно-графические работы)

Основной целью расчетно-графических работ является углубление знаний основных понятий и положений теоретической механики в рамках читаемого курса. Основная задача расчетно-графических работ – развитие у студента способности и навыков применения теоретических положений курса к решению прикладных задач и подготовка студента к усвоению материала последующих дисциплин.

Выполнение расчетно-графических работ по теоретической механике требует от студента мыслительных и практических действий, основанных на знании понятий и законов теоретической механики и направленных на закрепление, углубление и развитие этих знаний, а также, формирование умений применять знания на практике, развитие научного мышления, т.е. способности анализировать явления, находить в них общие черты и различия, устанавливать причинные связи, отыскивать функциональные зависимости и сопоставлять факты с теоретическими предпосылками.

Подготовка к защите расчетно-графических работ осуществляется каждым студентом самостоятельно и включает проработку разделов лекционного материала, охватывающего тему данного проекта, выполнение работы и оформление пояснительной записки в соответствии с требованиями стандарта организации СТО СМК 4.2.3.05-2011 «Оформление выпускных квалификационных и курсовых работ (проектов)». Расчетно-графические работы оформляются на листах белой бумаги формата А 4 и включают следующие разделы: титульный лист, задание, решение и пояснения к ним, содержащие необходимые уравнения, выводы соответствующих зависимостей, теоремы и расчеты, сопровождаемые требуемыми графическими иллюстрациями, выводы.

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При проведении занятий используются:

1. Иллюстрационные модели рычажных и зубчатых механизмов (ауд. 107⁵)
2. Тесты по темам.
3. Проектор (ауд. 107⁵)
4. Учебный видеофильм "Динамика":
 - задачи динамики;
 - общие теоремы динамики;
 - геометрия масс.
5. Программы расчета на ПЭВМ:
 - определение реакций опор плоской системы сил;
 - определение реакций опор и усилий в стержнях фермы;
 - определение реакций опор пространственной системы сил.

6. Плакаты по теоретической механике.

7. Учебники и учебно-методические пособия по дисциплине.

Все методические пособия, разработанные кафедрой, находятся на кафедре (109⁵) и в научной библиотеке АмГУ.

13. РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по курсу и складывается из следующих компонентов:

- тестирование;
- посещение лекционных и практических занятий;
- выполнение и защита расчетно-графических работ;
- контрольные работы;
- экзамен (2 семестр, 3 семестр);

2. Состав рейтинговой системы оценки приведен в таблице 1.

3. Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях, за участие в научно-практической конференции АмГУ и других вузов.

4. Штрафные баллы вычитаются из текущего рейтинга за пропуски занятий без уважительной причины (лекции – 1 балл, практические занятия – 2 балла). Штрафные баллы выставляются при сдаче позднее установленного срока расчетно-графической работы в соответствии с таблицей.

5. При проведении промежуточной аттестации высчитывается текущий рейтинг на момент аттестации в соответствии с таблицей 2.

Таблица 1- Соотношение видов рейтинга

№	Вид рейтинга	Весовой коэффициент, %	Мак количество баллов
1	Текущий	70	70
2	Теоретический	30%	30

Таблица 2- Коэффициент своевременности сдачи задания

Срок сдачи	К
Досрочно	1,2
В срок	1
1-я неделя	0,8
Последующие недели	Защита РГР без начисления баллов

Таблица 3 - Итоговая оценка

Сумма баллов, набранных в течение семестра	Общая сумма баллов, с учетом сдачи экзаменов в период сессии	Итоговая оценка
61-70(> 70)	91-100	Отлично
51-60	75-90	Хорошо
40-50	55-74	Удовлетворительно
<40	<55	Неудовлетворительно

Таблица 4 - Балльная оценка ответов на экзамене

Оценка по 30-ти балльной шкале	Полнота ответа на вопросы
25-30	Получены полные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы, решена задача.
18-24	Получены неполные ответы на какой либо вопрос билета или дополнительные вопросы, задача решена.
11-17	Получены неполные ответы на все или часть вопросов, задача решена частично.
0-10	Получены фрагментарные ответы на вопросы, или вопросы совсем не раскрыты, задача не решена.

Количество контрольных мероприятий по семестрам

Выполнение и защита расчетно-графических работ (во втором семестре - 27 баллов; в третьем семестре – 20 баллов). Тестирование по темам (во втором семестре - 33 балла; в третьем семестре – 30 баллов). Контрольные работы (во втором семестре - 10 баллов; в третьем семестре – 20 баллов).

2. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА

2.1 План-конспект лекций

ЛЕКЦИЯ 1

Тема: Введение в статику.

Цель лекции: структурный анализ курса теоретической механики. Знакомство с видами связей и их реакциями.

План лекции:

Введение. Предмет и значение теоретической механики в формировании бакалавра и ее место среди других естественных и технических наук. Краткий исторический очерк развития механики. Основные понятия: механическое движение, равновесие, пространство, время, системы отсчета. Состояние материальных объектов: покой, движение. Метод научной абстракции в теоретической механике. Модели материального объекта: материальная точка, абсолютно твердое тело, системы материальных точек, механическая система. Величины векторные и скалярные.

Статика. Статика как раздел теоретической механики. Задачи статики. Основные понятия и определения статики: сила и система сил. Виды сил: равнодействующая и уравновешивающая, внешние и внутренние, сосредоточенные и распределенные, активные и пассивные. Системы сил: эквивалентные и уравновешенные, сходящаяся, параллельная, плоская и пространственная.

Аксиомы статики:

аксиома 1 – Принцип инерции;

аксиома 2 – Принцип равенства двух сил;

аксиома 3 – присоединения и исключения взаимоуравновешивающих сил;

аксиома 4 - определяет правило сложения двух сил (правило параллелограмма, правило «силового» треугольника);

аксиома 5 – Принцип действия и противодействия;

аксиома 6 – о равновесии деформируемого абсолютно твердого тела (о затвердевании).

Связи и реакции связей. Свободные и несвободные тела. Понятие связей. Принцип освобожденности от связей (аксиома - 7). Связи в геометрической статике и их классификация. Реакции связей. Связи, для которых можно указать заранее их направление. (Первая группа связей: идеально гладкая плоскость или поверхность, опора на острие, шарнирно-подвижная опора. Вторая группа связей: невесомый стержень, скользящая заделка, двойная скользящая заделка). Связи, для которых нельзя указать заранее их направления - шарнирно-неподвижная опора, подшипники, подпятники, балка консоль. Теорема о трех силах.

Ключевые вопросы

1. Приведите определение понятия «сила». Перечислите признаки, характеризующие силу.
2. Назовите единицы измерения силы в системах СИ, МКГСС и СГС.
3. Что называется системой сил?
4. Приведите примеры сосредоточенных и распределенных сил.
5. Что называется равнодействующей системы сил?
6. Какая сила называется уравнивающей?
7. Дайте определение внешней и внутренней силы.
8. Сформулируйте аксиому о равновесии двух сил.
9. Какие системы сил называются статически эквивалентными?
10. Назовите простейшую систему сил эквивалентную нулю.
11. В чем сущность аксиомы присоединения и исключения уравновешенной системы сил?
12. В чем физический смысл аксиомы отвердевания?
13. Сформулируйте правило параллелограмма сил.
14. Что выражает аксиома инерции?
15. Приведите формулировку аксиомы равенства действия и противодействия.
16. Свободным или несвободным телом является намагниченная металлическая пластинка, повисшая между полюсами постоянного магнита? лежащая на столе?
17. Что называется связью? В чем заключается сущность принципа освобожденности от связей? Какое практическое значение имеет этот принцип? Привести пример.
18. Что такое реакция связи?
19. К какому объекту приложены силы реакции?
20. Что такое активные силы и реакции связей? Так как реакция связи - это сила, то верно ли положение: связь и сила понятия эквивалентные? Привести пример.
21. Перечислите основные виды связей, для которых заранее известно направление силы реакции.
22. Назовите связи, для которых заранее известна точка приложения реакции, но не ее направление.
23. Как классифицируются основные типы опор, применяемых в технике?
24. Что называется усилием в стержне?
25. Что называется натяжением нити?
26. В каких случаях не нарушится равновесие тела, если отбросить связи?

ЛЕКЦИЯ 2

Тема: Система сходящихся сил.

Цель лекции: Знакомство с системой сходящихся сил и способами ее приведения к простейшему виду.

План лекции:

Система сходящихся сил. Геометрический способ приведения системы сходящихся сил к простейшему виду. Равнодействующая системы сходящихся сил. Силовой многоугольник. Аналитический способ приведения системы сходящихся сил к простейшему виду. Проекции системы сходящихся сил на координатные оси. Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Понятие главного вектора системы сходящихся сил. Теоремы о трех силах.

Ключевые вопросы

1. Приведите определение системы сходящихся сил.
2. Что называется главным вектором системы сходящихся сил?
3. Для какой системы сил равнодействующая и главный вектор совпадают?
4. Назовите методы определения равнодействующей системы сходящихся сил.
5. Как выражаются проекции равнодействующей системы сходящихся сил через проекции сил этой системы?
6. Назовите необходимое и достаточное условие равновесия системы сходящихся сил.
7. Что такое силовой многоугольник? Как определяется направление равнодействующей системы сходящихся сил при построении силового многоугольника?
8. Запишите условие равновесия системы сходящихся сил в векторной форме.
9. Какие задачи позволяют решать условия равновесия системы сходящихся сил?
10. Сформулируйте теорему о трех силах.
11. При каком условии три непараллельные силы, приложенные к твердому телу, уравниваются?
12. Возможно ли равновесие трех сходящихся сил, не лежащих в одной плоскости?
13. Сформулируйте алгоритм решения задач статики на равновесие системы сходящихся сил.

ЛЕКЦИЯ 3

Тема: Теория моментов сил.

Цель лекции: Изучение моментов сил относительно точки и оси.

План лекции:

Обозначение момента силы относительно точки. Моментная точка. Плоскость действия силы. Векторный и алгебраический момент силы относительно центра. Теория пар сил. Момент пары сил. Эквивалентность пар сил. Свойства момента пары сил. Момент результирующей пары сил. Условия равновесия плоской системы пар сил. Векторный и алгебраический момент силы относительно оси. Момент силы относительно начала координат. Теорема Вариньона.

Ключевые вопросы

1. Что такое проекция вектора на ось и на плоскость? Принципиальное отличие этих проекций?
2. Что такое моментная точка?
3. Что такое момент силы относительно полюса (точки) как вектор?
4. Чему равна алгебраическая величина момента силы относительно полюса?

Правило знаков.

5. Когда момент силы относительно полюса равен нулю?
6. Какая система сил называется парой сил?
7. Что такое момент пары?
8. Что называется плечом пары?
9. Какая плоскость называется плоскостью действия пары?
10. Почему пара сил не имеет равнодействующей?
11. Чем характеризуется действие пары сил на твердое тело?
12. Как направлен вектор момента пары сил?
13. Зависит ли действие пары сил на тело от ее места в плоскости?
14. Какие преобразования пары сил не изменяют ее действия на твердое тело?
15. Какие пары сил называются эквивалентными?
16. Что называется результирующей парой?
17. Запишите формулу для определения результирующей системы пар.
18. Сформулируйте условия равновесия плоской системы пар.
19. Изменяется ли момент силы относительно данной точки при переносе силы вдоль ее линии действия?
20. Как определить знак алгебраического момента пары сил?

ЛЕКЦИЯ 3 - 4

Тема: Приведение систем сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия различных типов систем сил.

Цель лекции: Иметь представление об условиях и уравнениях равновесия плоской и пространственной систем сил.

План лекции:

Приведение силы к точке, не лежащей на линии действия силы. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Основная теорема статики (теорема Пуансо): понятие главного вектора, главного момента. Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Аналитические условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Равновесие системы сочлененных тел. Равновесие частично закрепленного тела. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Аналитические условия и уравнения равновесия пространственной системы сил. Динамический винт. Инварианты пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил параллельных сил.

Ключевые вопросы

1. Сформулируйте основную теорему статики.
2. Сформулируйте теорему Вариньона для произвольной плоской системы сил?
3. Что называется главным вектором плоской системы сил?
4. Что называется главным моментом плоской системы сил?
5. Сформулируйте возможные случаи приведения сил, расположенных произвольно на плоскости.
6. При каком условии сила, равная главному вектору плоской системы сил, является равнодействующей этой системы?
7. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы сил.
8. Запишите три формы уравнений равновесия плоской системы сил.
9. Будет ли находиться в равновесии плоская система сил, для которой алгебраические суммы моментов относительно трех точек, расположенных на одной прямой, равны нулю?
10. Как поступают при наличии распределенной нагрузки?
11. Пусть для плоской системы сил суммы моментов относительно двух точек равны нулю. При каких дополнительных условиях система будет в равновесии?
12. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы параллельных сил.
13. Как зависит главный момент от центра приведения.
14. Сформулируйте основную теорему статики для пространственной системы сил. В чем состоит смысл основной теоремы статики?
15. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил. Запишите их аналитические выражения.
16. Сформулируйте условия равновесия для пространственной системы сил.
17. Запишите уравнения равновесия пространственной системы сил в скалярном виде.

18. Запишите уравнения равновесия пространственной системы параллельных сил.
19. Дайте определение момента силы относительно оси и укажите способы его нахождения.
20. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?
21. Представьте момент силы относительно начала координат в виде определителя, вычислите его, интерпретируйте полученный результат. Найдите модуль и направление момента силы.
22. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил.
23. Запишите аналитические выражения для главного вектора и главного момента.
24. Как зависят главный вектор и главный момент от перемены центра приведения?
25. Какая совокупность сил называется динамическим винтом?
26. Как должны быть взаимно расположены главный вектор и главный момент пространственной системы сил для того, чтобы она приводилась к динамическому винту?
27. Что представляет собой геометрическое место точек пространства, в которых система приводится к динамическому винту?
28. Перечислите частные случаи приведения системы пространственных сил к простейшему виду.
29. Теорема о моменте равнодействующей пространственной системы сил (теорема Вариньона).
30. Запишите формулы для вычисления проекций главного момента на координатные оси.
31. Каковы геометрические и аналитические условия приведения пространственной системы сил к равнодействующей?
32. К какому простейшему виду можно привести систему сил, если известно, что главный момент этих сил:
 - равен нулю;
 - перпендикулярен главному вектору;
 - параллелен главному вектору.
33. По какой формуле вычисляют минимальный главный момент заданной системы сил.
34. Назовите инварианты пространственной системы сил.
35. Каковы условия приведения пространственной системы сил к равнодействующей?

36. Чему эквивалентна система сил, действующих на твердое тело, если при приведении ее к произвольному центру оказалось, что главный вектор равен нулю, а главный момент системы сил относительно этого центра не равен нулю?

37. Чему эквивалентна система сил, действующих на твердое тело, если при приведении ее к произвольному центру оказалось, что главный момент равен нулю, а главный вектор не равен нулю?

ЛЕКЦИЯ 5

Тема: Трение скольжения и трение качения.

Цель лекции:

иметь представление об инженерных расчетах при наличии в механической системе связей с трением;

- знать зависимости для определения силы трения скольжения и силы трения качения.

План лекции:

Виды трения. Трение скольжения и трение качения. Закон Кулона. Конус трения, угол трения, самотормозящие поверхности. Условия критического равновесия. Момент трения качения. Особенности решения задач статики при наличии связей с трением.

Ключевые вопросы

1. В чем разница между силой сцепления и силой трения?
2. Что называется конусом трения? В чем его физический смысл?
3. Что называется углом трения?
4. Сформулируйте закон Амонтона –Кулона.
5. Когда возникает трение качения и в чем оно проявляется?
6. Как определяется момент трения качения?
7. Условия равновесия при наличии трения качения.

ЛЕКЦИЯ 6

Тема: Центр тяжести тела. Центр параллельных сил.

Цель лекции:

- иметь представление о системе параллельных сил и центре системы параллельных сил, о силе тяжести и центре тяжести;

- знать методы для определения центра тяжести тела и формулы для определения положения центра тяжести плоских фигур;

- уметь определять положение центра тяжести простых геометрических фигур, составленных из стандартных профилей;

План лекции:

Центр параллельных сил. Центр тяжести и центр масс, методы их нахождения. Центр тяжести однородных тел.

Ключевые вопросы

1. Почему силы притяжения к Земле, действующие на точки тела, можно принять за систему параллельных сил?
2. Понятие силы тяжести и ее точка приложения.
3. Что такое центр тяжести тела? Что называется центром взаимно параллельных сил? Каким свойством он обладает? Как определить координаты центра взаимно параллельных сил?
4. По каким формулам можно определить координаты центра тяжести однородного тела (объемного, образованного поверхностью, линейного)?
5. Запишите формулы для определения положения центра тяжести простых геометрических фигур: прямоугольника, треугольника, трапеции, половины круга, дуги окружности, кругового сектора.
6. В чем заключается метод симметрии при определении центра тяжести тела?
7. В чем заключается метод разбиения при определении центра тяжести тела?
8. В чем заключается метод отрицательных масс при определении центра тяжести тела?
10. Как определить положение центра тяжести площади, если известно положение центров тяжести отдельных ее частей?
11. Как определить положение центра тяжести площади, если известно положение центров тяжести отдельных ее частей?

ЛЕКЦИЯ 7 - 8

Тема: Введение в кинематику. Кинематика точки.

Цель лекции: Иметь представление о траектории, скорости и ускорении. Показать проблемы, которые должны быть решены при изучении кинематики точки. Знать способы задания движения точки. Знать обозначения, единицы измерения, взаимосвязь кинематических параметров движения, Знать, как определяется модуль и направление вектора скорости точки, и уметь это выполнить при любой форме достаточной исходной информации. Знать различие понятий средняя скорость и скорость в данный момент времени. Знать, как определяется модуль и направление вектора ускорения точки, и уметь это выполнить при любой форме достаточной исходной информации. Знать различие понятий среднее ускорение и ускорение в данный момент времени.

План лекции:

Предмет кинематики, Механическое движение. Система отсчета. Разделы кинематики. Простое и сложное движение. Возможные варианты исходной информации о положении точки, применяемые в жизни и на производстве. Объединение всех возможных вариантов в три класса: векторный способ, координатный способ и естественный способ. Введение векторного способа исходной информации о движении точки. Сущность способа, цель введения. Переход от информации о положении точки к информации о движении точки. Уравнения движения. Вектор перемещения. Годограф радиус вектора. Понятие скорости точки (средняя скорость, скорость в данный момент времени). Скорость точки как векторная производная радиус-вектора по времени. Модуль и направление вектора скорости при векторном способе задания движения точки. Примеры определения скорости точки. Понятие ускорения точки (среднее ускорение, ускорение в данный момент времени). Уравнение траектории. Примеры определения траектории движения точки. Модуль и направление вектора скорости при координатном способе исходной информации. Направляющие косинусы, проекции вектора скорости на оси декартовой системы координат. Модуль и направление вектора ускорения при координатном способе исходной информации. Направляющие косинусы, проекции вектора ускорения на оси декартовой системы координат. Естественный способ задания движения точки. Дуговые координаты. Естественный трехгранник, орты естественного трехгранника. Соприкасающаяся плоскость. Закон движения. Скорость точки при естественном способе задания движения точки. Годограф скорости. Ускорения точки при естественном способе задания движения точки. Касательное и нормальное ускорение точки. Понятие радиуса кривизны.

Ключевые вопросы

1. В чем состоит сущность движения с позиций кинематики?
2. В чем выражается абсолютность пространства и времени?
3. Какие задачи изучаются в кинематике?
4. В чем различие между телом отсчета и системой отсчета?
5. Какие кинематические способы задания движения точки существуют, и в чем состоит каждый из этих способов?
6. Что называют траекторией движения точки?
7. Чем является траектория точки при векторном способе задания движения точки?
8. Что называется законом или уравнением движения точки по данной траектории?
9. Что называется перемещением точки за фиксированный промежуток времени?
10. Как по уравнениям движения точки в координатной форме определить ее траекторию?
11. Как направлена средняя скорость точки за некоторый промежуток времени?

12. Чему равен вектор скорости точки в данный момент времени, и какое направление он имеет?
13. Дайте определение среднего ускорения точки за некоторое время.
14. Как связан орт касательной к кривой с радиус-вектором движущейся точки?
15. Чему равна проекция скорости точки на касательную к ее траектории?
16. Как определяются проекции скорости точки на неподвижные оси декартовых координат?
17. Что представляет собой годограф скорости?
18. Какая существует зависимость между радиус-вектором движущейся точки и вектором скорости этой точки?
19. Какой вид имеет годограф скорости прямолинейного неравномерного движения и равномерного движения по кривой, не лежащей в одной плоскости?
20. Чему равен вектор ускорения точки и как он направлен по отношению к годографу скорости?
21. Как направлены естественные координатные оси в каждой точке кривой?
22. Приведите определения соприкасающейся, спрямляющей и нормальной плоскостей.
23. Как направлены естественные координатные оси в каждой точке кривой?
24. Что должно быть известно при естественном способе задания движения точки?
25. При каких условиях значение дуговой координаты точки в некоторый момент времени равно пути, пройденному точкой за промежуток от начального до данного момента времени?
26. Каковы модуль и направление вектора кривизны кривой в данной точке?
27. В какой плоскости расположено ускорение точки и чему равны его проекции на естественные координаты оси?
28. Что характеризует собой касательное и как оно направлено по отношению к вектору скорости?
29. Что характеризует собой нормальное ускорение точки и как оно направлено по отношению к скорости точки?
30. При каком движении касательное ускорение точки равно нулю? При каком движении нормальное ускорение точки равно нулю?
31. Как классифицируются движения точки по ускорениям?
32. В какие моменты времени нормальное ускорение в криволинейном движении может обратиться в нуль?
33. Чем отличается график пути от графика движения точки?

34. Как по графику движения определить алгебраическое значение скорости точки в любой момент времени?

35. Что такое равнопеременное движение точки?

36. Что такое равноускоренное (равнозамедленное) движение точки?

37. Напишите формулу для определения касательного ускорения точки и укажите, в каких случаях оно равно нулю.

38. Можно ли утверждать в общем случае, что в те моменты, когда скорость точки равна нулю, ее ускорение также обязательно имеет нулевое значение?

ЛЕКЦИЯ 9

Тема: Простейшие движения абсолютно твердого тела.

Цель лекции: исследование простейшего движения абсолютно твердого тела. Знать, как выделить простейшие движения из множества движений абсолютно твердого тела. Показать проблемы, которые должны быть решены при изучении простейших движений.

План лекции:

Поступательное движение: определение поступательного движения. Примеры поступательного прямолинейного движения. Примеры поступательного криволинейного движения. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях тела при поступательном движении - путь решения этой задачи. Вращение тела относительно неподвижной оси. Признаки вращательного движения. Характеристики вращательного движения тела угол поворота тела, угловая скорость и угловое ускорение, их среднее значение и значение в данный момент времени. Определение скорости любой точки. Формула Эйлера: ее модуль и направление. Эпюра скоростей точек одного радиуса. Эпюра скоростей точек кривошипа и определение угловой скорости кривошипа по скорости одной из его точек. Определение ускорений любой точки тела. Формула Ривальдса. Эпюра ускорений точек одного радиуса (эпюра ускорений точек кривошипа и определение угловой скорости и углового ускорения кривошипа по заданному ускорению одной из его точек). Формулы Пуассона, их физический смысл. Способы передачи вращательного движения. Передаточное отношение.

Ключевые вопросы

1. Перечислите основные виды движений твердого тела.
2. Что определяет число степеней свободы твердого тела?
3. Какое движение твердого тела называется поступательным, и какими свойствами оно обладает?
4. Что собой представляют траектории отдельных точек при поступательном движении?
5. Запишите уравнения поступательного движения.

6. Почему при поступательном движении скорости и ускорения его точек не могут быть различными?

7. Какое движение твердого тела называется вращением вокруг неподвижной оси и как оно осуществляется?

8. Что такое ось вращения?

9. Как записывается закон вращательного движения вокруг неподвижной оси?

10. По каким формулам определяются модули угловой скорости и углового ускорения вращающегося твердого тела?

11. Как направлены векторы угловой скорости и углового ускорения при вращении тела вокруг неподвижной оси?

12. Выведите формулы модулей скорости и ускорения точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.

13. При каких условиях ускорение точки вращающегося тела составляет с отрезком, соединяющим точку с центром описываемой ею окружности, углы 0 , 45 , 90° ?

14. Ускорения каких точек вращающегося тела:

а) равны по модулю,

б) совпадают по направлению,

в) равны по модулю и совпадают по направлению?

15. Запишите в векторном виде выражения линейной скорости, касательного и нормального ускорений при вращательном движении?

16. Объясните, как направлен вектор скорости точки, вращающейся вокруг неподвижной оси?

17. Запишите формулу Эйлера. В чем ее физический смысл ?

18. Запишите формулу Ривальса. В чем ее физический смысл?

19. Что представляет собой передаточное отношение передачи и как оно определяется для многоступенчатой передачи?

20. Запишите уравнение равномерного поступательного движения твердого тела.

21. Какое вращение называется равномерным?

22. Какое вращение называется равнопеременным?

23. Запишите уравнения равномерного и равнопеременного вращательного движений твердого тела.

ЛЕКЦИЯ 10 - 11

Тема: Плоскопараллельное движение абсолютно твердого тела.

Цель лекции: исследование плоскопараллельного движения абсолютно твердого тела. Знать, признаки плоского движения. Уметь определять скорость любой точки тела как

сумму двух скоростей. Уметь определять положение мгновенного центра скоростей. Показать проблемы, которые должны быть решены при изучении плоскопараллельного движения.

План лекции:

Определение плоского движения. Примеры плоского движения. Разложение движения плоской фигуры на два движения. Независимость угловой скорости и углового ускорения фигуры от выбора полюса. Определение скорости любой точки фигуры как суммы двух скоростей. Теорема о проекциях скоростей. Определение мгновенного центра скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры и точек звеньев плоского механизма с помощью МЦС. Определение ускорения любой точки фигуры при ее движении в плоскости через полюс. Определение ускорений точек звеньев плоского механизма и угловых ускорений звеньев. Мгновенный центр ускорений. Определение ускорений с помощью мгновенного центра ускорений. Подвижные и неподвижные центроиды.

Ключевые вопросы

1. Какое движение твердого тела называется плоским?
2. Приведите примеры звеньев механизмов, совершающих плоское движение
3. Зависят ли поступательное перемещение плоской фигуры и ее поворот от выбора полюса?
4. Из каких простых движений складывается плоское движение твердого тела?
5. Покажите, что проекции скоростей точек неизменяемого отрезка на ось, совпадающую с этим отрезком, равны между собой.
6. Какую точку плоской фигуры называют мгновенным центром скоростей? В чем заключается физический смысл МЦС? Приведите основные случаи определения положения МЦС?
7. Как определяется величина и направление скорости произвольной точки тела при известном положении мгновенного центра скоростей и угловой скорости?
8. Что представляет собой распределение скоростей точек плоской фигуры в данный момент?
9. Как построить центр поворота плоской фигуры, зная ее начальное и конечное положения?
10. Что представляют собой неподвижная и подвижная центроиды и что происходит с центроидами при действительном движении плоской фигуры?
11. Как определяется ускорение любой точки плоской фигуры?
12. Почему проекция ускорения любой точки плоской фигуры на ось, проходящую через эту точку из полюса, не может быть больше проекции ускорения полюса на эту ось?

13. Что представляет собой картина распределения ускорений точек плоской фигуры в данный момент времени в трех случаях:

- 1) $\omega \neq 0, \varepsilon \neq 0$;
- 2) $\omega \neq 0, \varepsilon = 0$;
- 3) $\omega = 0, \varepsilon \neq 0$?

14. Как производят определение ускорений точек и угловых ускорений звеньев плоского механизма?

ЛЕКЦИЯ 12

Тема: Сложное движение точки.

Цель лекции: исследование сложного движения точки. Уметь выделить относительное, переносное и абсолютное движение точки и определить кинематические параметры при сложном движении.

План лекции:

Относительное, переносное и абсолютное движение точки. Теорема о соотношении скоростей и ускорений при поступательном переносном движении. Теорема о соотношении скоростей и ускорений при переносном вращательном движении. Теорема Кориолиса. Модуль и направление кориолисова ускорения. Частные случаи равенства нулю кориолисова ускорения. Пример влияния одного движения на изменение вектора скорости в другом движении. Расчет кулисных механизмов.

Ключевые вопросы

1. Какое движение точки является сложным (составным)?
2. Какие системы координат выбирают при определении скоростей твердых тел при сложном движении?
3. Что такое относительная, переносная и абсолютная траектории?
4. Какая скорость (ускорение) является относительной? Приведите примеры.
5. Какая скорость (ускорение) называется переносной? Приведите примеры.
6. Что такое абсолютная скорость и ускорение? Приведите примеры.
7. Смысл теоремы о сложении скоростей.
8. Смысл теоремы о сложении ускорений.
9. Какое ускорение называется Кориолисовым? Как определяется его величина и направление.
10. В каких случаях ускорение Кориолиса обращается в нуль?

ЛЕКЦИЯ 13 - 14

Тема: Движение твердого тела вокруг неподвижной точки (сферическое движение). Общий случай движения свободного твердого тела.

Цель лекции:

Знать признаки сферического движения. Уметь обосновать целесообразность введения углов Эйлера при исследовании сферического движения тела. Уметь провести сравнение и уметь показать различие двух вращений: вращение тела вокруг неподвижной оси и сферического движения. Иметь представление об общем случае движения свободного твердого тела.

План лекции

Признаки сферического движения. Углы Эйлера. Уравнения движения тела. Определение скорости любой точки тела в случае, когда заданы функции: углы Эйлера и координаты точки. Определение углового ускорения. Определение ускорения любой точки тела. Теорема Эйлера – Даламбера. Сопоставление вращения тела вокруг неподвижной оси и сферического движения. Мгновенная ось вращения. Случай постоянной по модулю угловой скорости. Примеры такого движения. Примеры определения углового ускорения, вращательного, осе-стремительного ускорения и полного ускорения точек тела в случае постоянства угловой скорости тела при движении без использования углов Эйлера. Область применения метода расчета в инженерной практике. Подвижные и неподвижные аксоиды. Общий случай движения твердого тела. Число степеней свободы. Разложение движения твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения. Распределение скоростей и ускорений свободного тела при его пространственном движении. Угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость и линейные ускорения точек.

Ключевые вопросы

1. Сколько степеней свободы имеет твердое тело, совершающее сферическое движение?
2. Укажите, вокруг какой оси будет вращаться тело, если изменяется только или угол прецессии, или только угол собственного вращения, или угол нутации?
3. По какой формуле определяются скорость любой точки тела, совершающего сферическое движение?
4. Что называется мгновенной осью вращения?
5. Как распределяются скорости точек тела, имеющего одну неподвижную точку, относительно мгновенной оси вращения?
6. Что называется вектором углового ускорения твердого тела при сферическом движении?
7. Как направлен вектор углового ускорения при сферическом движении?
8. По какой формуле определяется ускорение любой точки тела, совершающего сферическое движение?

9. На какие составляющие движения можно разложить движение свободного тела в общем случае и как они зависят от выбора полюса?

10. Как определяют скорости точек свободного твердого тела?

11. Как связаны между собой скорости точек свободного тела, расположенного на отрезке произвольного направления, и на отрезке, параллельном мгновенной оси вращения?

12. Докажите, что векторы угловой скорости и углового ускорения свободного тела не зависят от выбора полюса.

13. Как определяют ускорения точек свободного твердого тела?

ЛЕКЦИЯ 15 - 16

Тема: Сложное движение твердого тела.

Цель лекции:

Иметь представление о системах координат, об относительном, переносном и абсолютном движении абсолютно твердого тела.

План лекции:

Постановка задачи, основные понятия. Сложение вращений твердого тела вокруг осей, пересекающихся в одной точке. Угловая скорость результирующего движения и ее определение Методом Виллиса. Сложение двух поступательных движений твердого тела. Сложение поступательного и вращательного движений. Сложение двух вращений. Сложение вращательных движений около пересекающихся осей, Сложение вращательных движений около параллельных и антипараллельных осей. Мгновенная ось вращения и мгновенная угловая скорость результирующего движения. Пара вращений, момент пары вращений. Определение скоростей точек твердого тела в том случае, когда оно участвует в паре вращений. Сложение поступательных и вращательных движений.

Ключевые вопросы

1. Какое движение тела является сложным?

2. Сформулируйте определения абсолютного, относительного и переносного движений твердого тела.

3. Как определить скорость произвольной точки тела, совершающего поступательное переносное и поступательное относительное движения?

4. Что собой представляет результирующее движение при вращении тела одновременно в одну и ту же сторону вокруг параллельных осей?

5. Как складываются:

а) два поступательных движения?

б) два вращательных движения вокруг пересекающихся осей? Каким будет результирующее движение?

6. Как определить при сложении вращений вокруг пересекающихся осей: мгновенную угловую скорость тела, скорость заданной точки тела и ее ускорение?

7. Как складываются вращения:

а) вокруг скрещивающихся осей?

б) вокруг параллельных осей?

8. Что называется парой вращений? Чему эквивалентна пара вращений?

9. Чему равна мгновенная угловая скорость тела, совершающего вращения вокруг пересекающихся осей?

10. Какое движение тела называется винтовым? Сложением каких движений оно получается?

11. Какие инварианты кинематики вы знаете?

ЛЕКЦИЯ 17

Тема: Динамика как раздел теоретической механики. Основные понятия и аксиомы динамики.

Цель лекции:

Получить представление о разделе «Динамика» дисциплины теоретическая механика, о двух основных задачах динамики, о связи между силовыми и кинематическими параметрами движения. Усвоение основополагающих законов механики, позволяющих исследовать движение свободной материальной точки.

План лекции:

Динамика как раздел теоретической механики. Законы Галилео-Ньютона. Инерциальная и неинерциальная система отсчета. Первая и вторая задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки: в векторном виде, в проекциях на оси декартовой и естественной систем координат. Дифференциальные уравнения движения несвободной материальной точки. Дифференциальные уравнения движения механической системы.

Ключевые вопросы

1. Сформулируйте законы (аксиомы) динамики.
2. Какое уравнение называется основным уравнением динамики?
3. Написать дифференциальные уравнения движения точки в проекциях на оси координат (декартовы, естественные).
4. Каковы две основные задачи динамики точки, которые решаются при помощи дифференциальных уравнений движения точки?
5. Сформулируйте первую (прямую) задачу динамики точки.

6. Как определяются произвольные постоянные при интегрировании дифференциальных уравнений движения материальной точки?
7. Сформулируйте вторую (обратную) задачу динамики точки.
8. Приведите формулировку закона независимости действия сил.
9. Дайте определение инерциальной системы отсчета.

ЛЕКЦИЯ 18

Тема: Колебания в природе и технике.

Цель лекции:

Усвоение основных понятий, определений и законов, используемых для описания колебательного движения свободной материальной точки.

План лекции:

Основные цели изучения колебаний в машинах. Классификация механических колебаний. Малые колебания консервативных систем. Равновесие, понятие об устойчивости положения равновесия консервативных механических систем. Понятие малых колебаний. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы: определения, закон собственных колебаний системы, основные свойства собственных колебаний, математический и физический маятник. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы при наличии сопротивления пропорционального скорости: определения, свойства колебаний с сопротивлением. Вынужденные колебания для систем с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления: закон колебаний, свойства вынужденных колебаний, явление биений, резонанс. Вынужденные колебания с одной степенью свободы при наличии сопротивления пропорционального скорости: закон колебаний, свойства вынужденных колебаний.

Ключевые вопросы

1. Какую механическую систему называют консервативной?
2. Каковы основные характеристики свободных колебаний системы с одной степенью свободы?
3. Как определяют амплитуду и начальную фазу свободных колебаний с одной степенью свободы?
4. От каких параметров зависит частота и период свободных колебаний системы с одной степенью свободы?
5. В чем проявляется влияние линейной силы сопротивления на свободные колебания?
6. При каком сопротивлении амплитуда убывает по закону арифметической прогрессии, а при каком - по закону геометрической прогрессии?

7. Какой вид имеет общее решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы в случае малого сопротивления и периодической вынуждающей (возмущающей) силы?

8. От чего зависит амплитуда вынужденных колебаний и резонансная амплитуда?

9. Как влияет сопротивление, пропорциональное скорости, на амплитуду, фазу, частоту и период вынужденных колебаний системы?

10. На какую величину отличается фаза вынужденных колебаний от фазы гармонической вынуждающей силы?

11. Какой вид имеет уравнение вынужденных колебаний системы в случае резонанса при наличии сопротивления?

12. По какому закону изменяется амплитуда вынужденных колебаний системы в случае резонанса при отсутствии сопротивления?

13. Что представляет собой режим биений? При каком условии он возникает? Какой вид имеет график режима биений?

14. Какое влияние на биения оказывает сопротивление пропорциональное скорости и каков график этих колебаний?

ЛЕКЦИЯ 19

Тема: Геометрия масс. Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы. Теорема о движении центра масс.

Цель лекции:

Получить представление о геометрии сечений. Уяснить физический смысл моментов инерции. Иметь представление о понятии «центр масс». Определение параметров движения с помощью теоремы о движении центра масс. Научиться применять закон сохранения движения центра масс к решению практических задач.

План лекции:

Введение в динамику механической системы. Силы внешние и внутренние Моменты инерции материальной точки относительно полюса, оси и плоскости. Моменты инерции системы материальных точек, относительно полюса, оси и плоскости. Моменты инерции абсолютно твердого тела относительно полюса, оси и плоскости. Моменты инерции однородных тел. Радиус инерции. Физический смысл моментов инерции. Осевые моменты инерции в декартовых координатах. Полярный момент инерции в декартовых координатах. Связь между осевыми и полярными моментами инерции. Центробежные моменты инерции. Главные оси инерции. Теорема Гюйгенса – Штейнера (теорема о моментах инерции относительно параллельных осей). Момент инерции относительно оси любого направления. Тензор инерции. Эллипсоид инерции и его физический смысл. Общие теоремы динамики механической сис-

темы. Теорема о движении центра масс: центр масс механической системы. Центр масс отдельных тел. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс.

Ключевые вопросы

1. Момент инерции относительно полюса, оси и плоскости.
2. Осевые и центробежные моменты инерции, их математические выражения.
3. Радиус инерции и его физический смысл.
4. Моменты инерции относительно параллельных осей.
5. Эллипсоид инерции.
6. Главные оси инерции и их свойства.
7. Что называют материальной системой, неизменяемой материальной системой?
8. Какие силы называют внешними силами, внутренними силами?
9. Чему равна работа внутренних сил?
10. Что называют центром масс механической системы?
11. Как определяются координаты центра масс системы?
12. Может ли центр масс твердого тела находиться вне этого тела?
13. Запишите формулу для определения координат центра масс в трехмерном пространстве.
14. Из какого физического закона вытекает, что равнодействующая внутренних сил системы равна нулю?
15. Сформулируйте теорему о движении центра масс системы.
16. Сформулируйте закон сохранения движения центра масс системы.
17. В каких случаях центр масс системы движется равномерно и прямолинейно?

ЛЕКЦИЯ 20

Тема: Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы.

Теорема об изменении количества движения.

Цель лекции:

Иметь представление о понятиях «количество движения», «импульс силы». Определение параметров движения с помощью теоремы об изменении количества движения. Применение закона сохранения количества движения к решению практических задач.

План лекции:

Общие теоремы динамики механической системы. Количество движения материальной точки и механической системы. Теорема об изменении количества движения (дифференциальный вид). Понятие элементарного импульса и импульса силы за какой-либо промежуток времени. Теорема импульсов (интегральный вид теоремы об изменении количества

движения). Закон сохранения количества движения в дифференциальном и интегральном виде.

Ключевые вопросы

1. Что называется количеством движения точки?
2. Что называется элементарным импульсом силы?
3. Как определяется импульс силы за конечный промежуток времени?
4. Как формулируется теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной форме?
5. Как формулируется теорема об изменении количества движения в конечной форме?
6. Как определить количество движения системы?
7. Сформулируйте закон сохранения количества движения системы.
8. В каком случае количество движения механической системы не изменяется.

ЛЕКЦИЯ 21

Тема: Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы.

Теорема об изменении кинетической энергии.

Цель лекции:

Иметь представление о кинетической энергии материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела. Иметь представление о работе силы при прямолинейном и криволинейном движении, о мощности полезной и затраченной. Определение параметров движения с помощью теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальном и интегральном виде.

План лекции:

Кинетическая энергия материальной точки, механической системы и твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении абсолютно твердого тела. Теорема Кёнига. Работа силы: элементарная, на конечном перемещении, силы тяжести, силы трения скольжения, силы упругости. Элементарная работа момента силы. Мощность силы. Теоремы об изменении кинетической энергии точки и механической системы (дифференциальный и интегральный вид). Изменяемые и неизменяемые механические системы. Потенциальное силовое поле и его свойства. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Ключевые вопросы

1. Как определить кинетическую энергию абсолютно твердого тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси, плоском движении тела и сферическом движении?

2. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной форме.

3. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии точки в конечной форме.

4. Для какой системы изменения кинетической энергии не зависят от внутренних сил?

5. Понятие работы силы. Как определяется работа силы тяжести, силы упругости, силы трения скольжения, момента трения качения.

6. Что называется силовым полем?

7. Какое силовое поле называется потенциальным?

8. Чему равна работа сил, действующих на точки системы в потенциальном поле, на замкнутом перемещении?

9. Сформулируйте и запишите закон сохранения полной механической энергии.

ЛЕКЦИЯ 22

Тема: Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы.

Теорема об изменении кинетического момента.

Цель лекции:

Иметь представление о моменте количества движения относительно точки и оси. Иметь представление о кинетическом моменте механической системы и кинетическом моменте относительно оси вращения. Определение параметров движения с помощью теоремы об изменении кинетического момента. Применение закона сохранения кинетического момента.

План лекции:

Векторный момент количества движения материальной точки относительно полюса: алгебраическое значение, направление вектора. Момент количества движения материальной точки относительно оси. Момент количества движения относительно начала координат. Кинетический момент механической системы относительно точки. Кинетический момент механической системы относительно оси. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Основное дифференциальное уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела. Теорема об изменении кинетического момента. Закон сохранения кинетического момента.

Ключевые вопросы

1. Что называется моментом количества движения точки?

2. Что называется главным моментом количества движения системы (кинетическим моментом системы)?
3. Как определяется кинетический момент системы относительно неподвижной оси?
4. Чему равен кинетический момент твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
5. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетического момента относительно полюса.
6. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетического момента относительно оси.
7. Сформулируйте закон сохранения кинетического момента системы.
8. В каких случаях кинетический момент системы относительно точки и относительно оси остается постоянным?

ЛЕКЦИЯ 23

Тема: Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Относительное движение материальной точки

Цель лекции:

Получить представление о силах инерции и моментах сил инерции для решения практических задач. Усвоение основных понятий, определений и положений для описания динамики уравнениями по виду аналогичными уравнениям статики.

План лекции:

Принцип Даламбера для материальной точки. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор сил инерции. Главный момент сил инерции. Частные случаи приведения сил инерции: при поступательном движении, при вращательном движении вокруг центра масс, при вращении вокруг произвольной оси, при плоском движении, при равномерном вращении однородного стержня. Метод кинетостатики. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки. Переносная и кориолисова силы инерции.

Ключевые вопросы

1. В чём заключается принцип Даламбера для точки?
2. Каковы модуль и направление вектора силы инерции точки?
3. В чём заключается принцип Даламбера для системы?
4. Чему равен главный вектор сил инерции?
5. Чему равен главный момент сил инерции?

6. Силы инерции в частных случаях движения твёрдого тела: поступательного, вращательного вокруг оси, проходящей через центр масс, вокруг оси, не проходящей через центр масс, плоскопараллельного движения твёрдого тела.

7. Как определить работу, совершаемую силами инерции при различных видах движения твёрдого тела?

8. Какой модуль и какое направление имеют переносная и кориолисова силы инерции?

9. В чем заключается различие между дифференциальными и относительными силами инерции?

10. Как определяются переносная и кориолисова силы инерции в различных случаях переносного движения?

11. В чем состоит сущность принципа относительности классической механики?

ЛЕКЦИЯ 24

Тема: Аналитическая механика. Принцип Лагранжа. (Принцип возможных перемещений, принцип возможных скоростей). Общее уравнение динамики

Цель лекции:

Получить представление об аналитических связях, перемещениях возможных и действительных. Усвоение основных понятий, определений и законов, используемых для описания поведения материальной точки, абсолютно твёрдого тела, системы материальных точек или тел (независимо от того находятся ли они в состоянии движения или покоя) Изучение принципа Лагранжа, принципа Даламбера – Лагранжа и общего уравнения динамики.

План лекции:

Аналитические связи: односторонние и двухсторонние, кинематические и геометрические, стационарные и нестационарные, голономные и неголономные, идеальные и неидеальные. Вариация и дифференциал. Перемещения возможные и действительные. Виртуальная работа силы. Постулат идеальных связей. Принципы Лагранжа: принцип возможных перемещений, принцип возможных скоростей. Применение принципа возможных перемещений к определению реакций связей. Общее уравнение динамики.

Ключевые вопросы

1. Какие материальные системы называют свободными и несвободными?
2. Что называют аналитическими связями?
3. Какие связи называют геометрическими и кинематическими?
4. Какие связи называют стационарными и нестационарными?
5. Какие связи называют удерживающими и неудерживающими?
6. Какие связи называют голономными и неголономными?

7. Что называется возможным (виртуальным) перемещением?
8. Зависят ли виртуальные перемещения от действующих на материальную систему сил?
9. При каких связях одно из виртуальных перемещений материальной точки совпадает с ее действительным перемещением?
10. Как взаимосвязаны возможные и действительные перемещения системы?
11. Какие связи называют идеальными?
12. Сформулируйте принцип возможных перемещений.
13. Возможно ли применение принципа возможных перемещений к системам с неидеальными связями?
14. Какие принципы используются при получении общего уравнения динамики?
15. Как записывается общее уравнение динамики для системы, подчиненной голономным, стационарным, удерживающим и идеальным связям?

ЛЕКЦИЯ 25

Тема: Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа II рода).

Цель лекции:

Получить представление об обобщенных координатах и обобщенных силах. Научиться определять параметры движения, используя уравнения Лагранжа второго рода. Уяснить физический смысл уравнений Лагранжа второго рода и функции Лагранжа.

План лекции:

Обобщенные координаты, скорости, ускорения и возможные перемещения. Обобщенные силы и методы их вычисления. Принцип обобщенных возможных перемещений. Условия равновесия системы в обобщенных координатах. Вывод уравнений Лагранжа второго рода из общего уравнения динамики. Уравнения Лагранжа второго рода в потенциальном поле. Функция Лагранжа. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Алгоритм решения задач.

Ключевые вопросы

1. Что называется обобщенными координатами?
2. Что называется обобщенными силами?
3. Запишите уравнения Лагранжа II рода.
4. Какой физический смысл имеют уравнения Лагранжа II рода.
5. Что называется функцией Лагранжа.
6. Какой физический смысл имеет функция Лагранжа?
7. Запишите уравнения Лагранжа II рода для потенциальных систем.

8. Порядок составления уравнений Лагранжа II рода.
9. Достоинства уравнений Лагранжа II рода.

ЛЕКЦИЯ 26

Тема: Элементарная теория гироскопа.

Цель лекции:

Иметь представление о гироскопе, гироскопическом эффекте.

План лекции:

Понятие о гироскопе. Основные допущения элементарной теории гироскопа. Действие силы на ось гироскопа. Основное свойство свободного (астатиического) гироскопа. Регулярная прецессия гироскопа. Гироскопический момент. Гироскопический эффект. Кинетический момент быстровращающегося гироскопа. Гироскоп с двумя степенями свободы.

Ключевые вопросы

1. В чем состоит основное допущение элементарной теории гироскопов?
2. Сформулируйте и напишите теорему Резаля.
3. Перечислите основные свойства свободного гироскопа.
4. Напишите формулу для определения угловой скорости прецессии гироскопа.
5. По какой формуле можно найти гироскопический эффект? В каком случае он проявляется?
6. Сформулируйте правило Гюрэ – Жуковского.

ЛЕКЦИЯ 27

Тема: Элементарная теория удара.

Цель лекции:

Знакомство с основными понятиями и определениями, характеризующими явление удара.

План лекции:

Основные понятия и определения теории удара. Перемещения точек при ударе. Ударный импульс. Удар материальной точки об идеально гладкую поверхность. Коэффициент восстановления скорости при ударе. Общие теоремы динамики в теории удара. Прямой центральный удар двух тел. Удар по вращающемуся телу. Центр удара. Условие отсутствия ударных реакций. Теорема об изменении кинетического момента при ударе.

Ключевые вопросы

1. Какое явление называется ударом?
2. Чем характеризуется ударная сила?
3. Какой эффект имеет действие ударной силы на материальную точку?

4. Сформулируйте теорему об изменении количества движения механической системы при ударе в векторной форме и в проекциях на оси координат.

5. Могут ли внутренние ударные импульсы изменить количество движения механической системы?

6. Что называют коэффициентом восстановления при ударе и как он определяется опытным путем?

7. Какова зависимость между углами падения и отражения при ударе шара о гладкую неподвижную поверхность?

8. Что характеризуют первая и вторая фазы упругого удара? В чем состоит особенность абсолютно упругого удара?

9. Какова потеря кинетической энергии двух соударяющихся тел при неупругом, упругом и абсолютно упругом ударах?

10. Как формулируется теорема Карно?

11. Как формулируется теорема об изменении кинетического момента механической системы при ударе в векторной форме и в проекциях на оси координат?

12. Могут ли внутренние ударные импульсы изменить кинетический момент механической системы?

13. Какие изменения вносит действие ударных сил в движение твердого тела вращающегося вокруг неподвижной оси?

14. Какие изменения вносит действие ударных сил в движение твердого тела совершающего плоское движение?

15. При каких условиях опоры вращающегося твердого тела не испытывают действия внешнего ударного импульса, приложенного к телу?

16. Что называют центром удара и каковы его координаты?

2.2 Терминологический словарь

Бинормаль – ось естественной системы координат, проходящая перпендикулярно соприкасающейся плоскости.

Вектор

главный системы сил - геометрическая сумма векторов сил данной системы;

скользящий - вектор, имеющий возможность переноса точки его приложения вдоль линии действия без нарушения состояния тела, к которому он приложен;

свободный - вектор, имеющий возможность параллельного переноса без нарушения состояния тела, к которому он приложен;

угловой скорости тела - вектор, модуль которого равен абсолютному значению угловой скорости, направленный вдоль вращения тела в ту сторону, откуда вращение тела видно происходящим против движения часовой стрелки;

углового ускорения тела - вектор, модуль которого равен абсолютному значению углового ускорения, направленный вдоль оси вращения тела в направлении вектора угловой скорости (случай ускоренного вращательного движения твердого тела) или в противоположном (случай замедленного вращательного движения тела).

Время абсолютное - время, не зависящее от движения тел, одинаковое во всех точках пространства и во всех системах отсчета.

Годограф - кривая линия, представляющая собой геометрическое место концов переменного (изменяющегося со временем) вектора, значения которого в разные моменты времени отложены от общего начала.

Движение

абсолютное - движение, рассматриваемое по отношению к инерциальной системе отсчета;

вращательное твердого тела - движение, при котором все точки, лежащие на некоторой прямой, неизменно связанной с телом, остаются неподвижными;

замедленное - движение, при котором материальное тело (точка) за каждый равный последующий промежуток времени имеет меньшие перемещения;

механическое - изменение с течением времени относительного положения материальных объектов;

переменное - движение, при котором материальное тело (точка) за равные промежутки времени имеет различные перемещения;

плоское (плоскопараллельное) твердого тела - сложное движение твердого тела, при котором его точки движутся в плоскостях, параллельных какой-либо неподвижной плоскости;

по инерции - свойство материального тела (точки) сохранять состояние своего движения при отсутствии действия сил или их равновесии;

поступательное - движение тела, при котором всякая прямая, неизменно связанная с этим телом, в любой момент его движения остается параллельной своему первоначальному положению;

равномерное движение, при котором материальное тело (точка) за равные промежутки времени имеет одинаковые перемещения;

сложное - движение, при котором материальное тело (точка) совершает два или более одновременных движений;

ускоренное - движение, при котором материальное тело (точка) за каждый последующий равный промежуток времени имеет большее перемещение.

Динама - совокупность силы и пары сил, лежащей в плоскости, перпендикулярной силе.

Динамика - раздел теоретической механики, изучающий движения материальных тел (точек) под действием приложенных к ним сил.

Динамический винт (см. динама).

Задача

основная (прямая) задача динамики, в которой по заданному закону движения материальной точки (тела) определяются силы, вызывающие данное движение;

основная (обратная) задача динамики, в которой по заданным силам, действующим на материальную точку (тело) определяется закон движения данной точки (тела);

статически неопределимая - задача, в которой число неизвестных величин, входящих в составленные независимые уравнения превышает количество этих уравнений;

статически определимая - задача, в которой число составленных независимых уравнений не менее количества искомых неизвестных величин, входящих в эти уравнения.

Звено

входное звено - имеющее начальное движение, которое должно быть преобразовано механизмом в требуемые движения других звеньев;

выходное звено - совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм.

Инертность - свойство материальных тел быстро или медленно изменять скорости своего движения под действием приложенных к ним сил.

Импульс

силы - вектор, равный произведению вектора силы на время ее действия;

элементарный - произведение силы на элементарный промежуток времени ее действия.

Кинематика - раздел теоретической механики, изучающий движение материальных тел (точек), без учета причин (сил), вызывающих или изменяющих это движение.

Кинетика - раздел механики, включающий в себя статику и динамику, в котором исследуется механическое состояние тела в связи с физическими причинами, его определяющими.

Кинетическая энергия материальной точки - одна из основных мер механического движения; скалярная величина, равная половине произведения массы точки на квадрат ее скорости.

Количество движения материальной точки - одна из основных мер механического движения; векторная величина, равная по модулю произведению массы точки на ее скорость и направленная вдоль вектора скорости точки.

Конус трения - геометрическое место прямых линий, проведенных из некоторой точки под соответствующими углами трения к нормали опорной поверхности. Конус трения является характеристикой изменения направления и числового значения вектора силы трения скольжения от направления относительного перемещения тела.

Коэффициент

полезного действия машины - отношение полезной работы к работе, произведенной двигателем;

трения скольжения - безразмерная величина, зависящая от материала и степени шероховатости соприкасающихся поверхностей тел при их относительном скольжении;

трения качения - линейная величина, зависящая от физико-механических свойств материалов тел при их относительном качении.

Кривизна

кривой линии - предел, к которому стремится средняя кривизна некоторой дуги при неограниченном сближении ее крайних точек;

средняя - отношение угла между касательными, проведенными к дуге кривой в двух ее крайних точках, к длине этой дуги.

Линия

действия силы - направление перемещения, которое получит под действием силы точка ее приложения, вначале находившаяся в состоянии покоя;

центров - линия, проходящая через центры тяжести соударяющихся тел.

Масса - физическая величина, одна из основных характеристик материи, определяющая ее гравитационные и инерционные свойства;

материальной системы - алгебраическая сумма масс всех материальных точек (тел), входящих в данную, систему.

Метод кинестатики – метод, основанный на принципе Д'Аламбера, позволяющий решать задачи динамики с помощью методов статики.

Механизм - система тел, предназначенная для преобразования механического движения его входного звена в требуемое движение звена выходного;

передаточный - у которого движение выходного звена является заданной функцией движения входного звена;

плоский - траектории всех точек звеньев которого, лежат в параллельных плоскостях;

пространственный - траектории некоторых точек которого, являются пространственными кривыми относительно неподвижной системы отсчета или лежат в пересекающихся плоскостях.

Многоугольник сил - геометрическое построение ломаной линии, образованной последовательным параллельным переносом и геометрическим сложением векторов сил, входящих в систему сил, для определения главного вектора данной системы.

Модуль - числовое значение векторной величины.

Момент

главный системы сил относительно центра - векторная сумма моментов всех сил системы относительно этого центра;

главный количеств движения относительно центра (оси) - векторная (алгебраическая) сумма моментов количеств движения материальных точек, входящих в систему, относительно центра (оси);

инерции - мера инертности тела при его вращательном движении;

кинетический (см. главный момент количеств движения);

количества движения - относительно точки - вектор, равный по модулю произведению модуля количества движения на длину перпендикуляра, опущенного из точки на линию действия вектора количества движения, и направленный перпендикулярно плоскости действия момента таким образом, чтобы с его конца видно стремление вектора количества движения производить вращение против движения часовой стрелки;

относительно оси - вектор, равный по модулю скалярному произведению модуля проекции вектора количества движения на плоскость, перпендикулярную оси, на кратчайшее расстояние от точки пересечения оси с плоскостью до линий действия данной проекции и направленный вдоль оси в сторону, с которой видно стремление вектора количества движения производить вращение против движения часовой стрелки.

Мощность - положительная скалярная величина, характеризующая работу, совершаемую в единицу времени.

Нормаль

перпендикуляр к касательной плоскости, проведенный через точку касания с поверхностью;

главная - ось естественной системы координат, являющаяся перпендикуляром к касательной оси, лежащей в соприкасающейся плоскости, и имеющая положительное направление в сторону вогнутости траектории движения точки.

Ось вращения тела - прямая линия, связанная с телом, точки которой при движения тела остаются неподвижными;

касательная - ось естественной системы координат, проведенная через точку по касательной к ее траектории и имеющая положительное направление в сторону вектора скорости данной точки;

центральная тела - ось, проходящая через центр масс данного тела.

Пара сил - система двух параллельных сил, равных по модулю, направленных в противоположные стороны и не имеющих общую линию действия.

Параллелограмм сил - геометрическое построение, выражающее закон сложения сил: вектор, изображающий силу, равную геометрической сумме двух сил, является диагональю параллелограмма, построенного на этих силах, как на его сторонах.

Перемещения

возможные механической системы - элементарные (бесконечно малые) перемещения, которые точки механической системы могут совершать из занимаемого ими в данный момент времени положения, не нарушая наложенных на систему связей;

элементарные - перемещения точек за бесконечно малый промежуток времени.

Плечо

пары сил - линейная величина, определяемая кратчайшим расстоянием между линиями действия сил, входящих в данную пару;

силы - линейная величина, определяемая кратчайшим расстоянием (перпендикуляром) от точки до линии действия силы.

Плоскость

действия момента силы относительно точки (полюса, центра) - плоскость, проходящая через вектор силы и точку (полюс), относительно которой рассматривается данный момент силы;

действия пары сил - плоскость, в которой лежат векторы сил, образующих данную пару;

нормальная - плоскость в естественной системе координат, проходящая через главную нормаль перпендикулярно соприкасающейся плоскости;

соприкасающаяся - плоскость в естественной системе координат, проходящая через касательную ось и точку, лежащую на траектории движения и удаленную от центра данной системы на элементарно малое расстояние.

Принцип

возможных перемещений - один из вариационных принципов механики, устанавливающий общие условия равновесия механической системы;

принцип Даламбера - принцип, согласно которому уравнения движения тел можно составлять в форме уравнений статики, если к действующим на тело силам и реакциям связей присоединить силы инерции;

принцип Даламбера – Лагранжа - один из основных принципов механики, дающий общий метод решения задач динамики и статики; объединяет в себе принцип возможных перемещений и метод кинетостатики;

отвердевания - аксиома статики, согласно которой, если тело деформируемое, находящееся под действием системы сил в состоянии равновесия, станет абсолютно твердым, то его равновесие не нарушится.

Работа

постоянной силы на прямолинейном отрезке скалярная величина, равная произведению модуля силы на длину перемещения точки приложения силы и на косинус угла между направлениями вектора силы и перемещения;

силы элементарная - работа силы на бесконечно малом перемещении точки приложения силы.

Равновесие - неизменное положение тела по отношению к выбранной системе отсчета.

Радиус

инерции - кратчайшее расстояние от оси какой-либо точки, в которой необходимо сосредоточить всю массу тела, чтобы момент инерции этой сосредоточенной массы был равен моменту инерции тела относительно данной оси;

кривизны - величина, обратная кривизне кривой линии.

Реакция связи - сила взаимодействия между рассматриваемым материальным телом и телом, осуществляющим связь.

Связь - условие (тело), ограничивающее свободу движения рассматриваемого материального тела.

Сила

мера механического воздействия одного материального объекта на другой;

внешняя - сила взаимодействия между отдельными материальными точками (телами), входящими в различные системы;

внутренняя - сила взаимодействия между отдельными материальными точками телами), входящими в одну систему;

восстанавливающая - сила, стремящаяся вернуть материальную точку (тело) в положение равновесия;

инерции - сила, равная по модулю произведению массы материальной точки на модуль ее ускорения и направленная в сторону, противоположную ускорению;

равнодействующая - сила, эквивалентная данной системе сил;

распределенная - совокупность сил, действующих на ряд точек материального тела по некоторому объему, площади или линии;

сосредоточенная - сила, приложенная к материальному телу в какой-либо одной его точке;

Силовое поле - область (часть пространства), в каждой точке которой на помещенную в ней материальную точку действует сила, однозначно определенная по величине и направлению в любой момент времени.

Скорость

точки - векторная величина, характеризующая для каждого данного момента времени быстроту движения точки и направление этого движения;

угловая тела - векторная величина, характеризующая изменение угла поворота тела с течением времени.

Система

гелиоцентрическая - инерциальная система отсчета (координат) с Солнцем, принятым за центр, и координатными осями, направленными на неподвижные звезды;

геоцентрическая - инерциальная система отсчета (координат) с Землей, принятой за центр, и координатными осями, направленными на неподвижные звезды;

механическая (материальных точек) - совокупность материальных точек, известным способом связанных между собой так, что каждая из них не может перемещаться независимо от остальных;

неизменяемая - (см. тело абсолютно твердое;)

сил - совокупность сил, приложенных к твердому телу (материальной точке);

параллельных - система сил, линии действия которых, параллельны;

плоская - система сил, векторы которых расположены в одной плоскости;

произвольная - система сил с произвольным расположением их векторов;

пространственная - система сил, векторы которых не лежат в одной плоскости;

сходящихся - система сил, линии действия которых, пересекаются в одной точке;

уравновешенная - система сил, под действием которой твердое тело находится в состоянии равновесия;

эквивалентная - система сил, которой можно заменить иную систему сил, приложенную к твердому телу, не нарушая при этом его состояния покоя или не изменяя его движения;

отсчета - система координат, неизменно связанная с каким-либо физическим телом, относительно которого определяется положение изучаемого объекта;

отсчета инерциальная - система отсчета, по отношению к которой выполняются законы Ньютона.

Состояние покоя - (см. равновесие).

Статика - раздел теоретической механики, рассматривающий вопросы воздействия совокупности сил на материальные тела, а также условия равновесия сил, приложенных к твердому телу.

Тело

абсолютно твердое - тело, у которого расстояние между двумя точками не изменяется, независимо от действия других тел;

несвободное - материальное тело, имеющее ограничение (ограничения) в свободе его перемещения;

переменной массы - материальное тело, масса которого изменяется с течением времени;

свободное - материальное тело, которое имеет возможность любого перемещения в пространстве;

Теоретическая механика - это наука, изучающая механическое движение и механическое взаимодействие макротел и их частиц со скоростями много меньше скорости света;

Точка

изолированная - материальная точка, находящаяся вне воздействия других материальных точек (тел);

приложения силы - материальная частица тела, на которую действует сила.

Траектория движения точки - геометрическое место последовательных положений движущейся точки.

Трение

качения - сопротивление, возникающее при качении одного твердого тела по поверхности другого;

скольжения - сопротивление, возникающее при скольжении одного твердого тела по поверхности другого.

угол трения - характеристика трения скольжения; угол между равнодействующей сил трения скольжения и нормальной реакции нормали к опорной поверхности.

Ускорение

точки - векторная величина, характеризующая изменение числового значения и направления вектора скорости точки по времени;

касательное - составляющая ускорения материальной точки при криволинейном движении с направлением вектора по касательной к траектории; характеризует изменение числового значения вектора скорости точки по времени;

нормальное - составляющая ускорения материальной точки при криволинейном движении, направленная по главной нормали к траектории в сторону центра кривизны. Характеризует изменение вектора скорости движения точки по направлению;

угловое тела - векторная величина, характеризующая изменение вектора угловой скорости с течением времени;

Ферма - конструкция, состоящая из стержней, соединенных между собой по концам шарнирами, и образующих геометрически неизменяемую систему.

Фигура плоская - сечение тела плоскостью, параллельной той неподвижной плоскости, по отношению к которой рассматривается плоское (плоскопараллельное) движение данного тела.

Центр тяжести тела - неизменно связанная с материальным телом геометрическая точка, через которую проходит линия действия силы тяжести данного тела при любом его положении в пространстве.

Частота вращения тела - количество оборотов, совершаемых телом за 1 минуту;

Число

передаточное механизма - отношение угловых скоростей ведущего и ведомого звеньев механизма;

степеней свободы - твердого тела число простейших (поступательных, вращательных) движений твердого тел относительно выбранной системы отсчета.

2.3. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Курс теоретической механики состоит из научной и практической части. Первая часть курса обычно излагается на лекциях. Вторая часть изучается на практических занятиях и заключается в решении задач механики.

В настоящее время издается много учебников и учебных пособий по курсу «Теоретическая механика», анализ которых показывает, что авторы, в основном, придерживаются единой точки зрения на подбор материала, которые в основном содержат разделы:

- **статика:** реакции связей, условия равновесия систем сил, теория пар сил;
- **кинематика:** кинематические характеристики точки, сложное движение точки, частные и общие случаи движения твердого тела;
- **динамика:** дифференциальные уравнения движения точки в инерциальной системе отсчета, общие теоремы динамики точки и механической системы, аналитическая механика.

Поэтому при изучении дисциплины можно пользоваться любым учебником (учебно-методическим пособием), имеющимся в библиотеке или в личном пользовании.

Успешность освоения теоретической механики существенным образом зависит от знаний по математике и физике.

2.3.1 Методические указания к изучению дисциплины (практические занятия)

Задачей практических занятий является изучение методов расчета типовых задач, а также практическое осмысление основных теоретических положений курса. При решении задач обращается внимание на логику решения, на физическую сущность используемых величин, их размерность. Далее проводится анализ полученного решения, результат сопоставляется с реальными объектами, что вырабатывает у студентов инженерную интуицию.

Цель практических занятий – научить динамическому и математическому моделированию статических и динамических процессов, происходящих в механических системах, на примере решения типовых задач.

В итоге изучения дисциплины студент должен знать основные понятия и законы механики, виды движений, уравнения равновесия и уравнения движения тел; должен понимать механический смысл законов и уравнений; должен уметь применять законы и уравнения при анализе и расчетах движений механизмов.

Под умением применять законы и уравнения при анализе и расчете движений звеньев механизма понимаются следующие умения:

- умение определить вид движения тела (поступательное, вращательное вокруг неподвижной оси, плоское движение, и т.п.) и записать формулу передачи движения от одного тела к другому;
- умение по виду движения тел и данным поставленной задачи определить закон (теорему, уравнение, принцип), с помощью которого задачу можно решить.

В статике научиться:

- правильно выбирать объекты, равновесие которых необходимо (удобно) рассмотреть для определения неизвестных параметров;
- правильно и быстро определить виды условий равновесия разных систем сил, составить их и решить;
- пониманию эквивалентного преобразования систем сил, правильному упрощению разных типов систем сил.

В кинематике научиться:

- представлять различные типы движения твердого тела и уметь анализировать кинематические характеристики точки и твердого тела;

- умению моделировать многообразные механические системы и анализировать их кинематические свойства;

- решать многообразные кинематические задачи для точки, абсолютно твердого тела, используя теорию сложения движений.

В динамике научиться:

- умению объединять знания по статике, кинематике, необходимым разделам математики с достаточно сложными понятиями динамики для анализа изученных и новых моделей механических систем.

Перед практическим занятием разобрать материал, изложенный на лекции и выполнить самостоятельную работу, предусмотренную рабочим планом. Для этого используются: конспект лекций, соответствующие разделы печатных и электронных учебников, ответы на вопросы для самоконтроля знаний. После практического занятия самостоятельно решить рекомендованные задачи и расчетно-графические работы.

Решение любой задачи включает в себя четыре принципиально важных этапа:

- изучение (анализ) содержания задачи, краткая запись условий и требований;
- поиск способа (принципа) решения и составление плана решения;
- осуществление решения, проверка правильности и его оформление;
- обсуждение (анализ) проведенного решения, отбор информации, полезной для дальнейшей работы.

Решить учебную задачу по теоретической механике – значит найти последовательность общих положений механики (законов, формул, определений, правил), использование которых позволяет получить то, что требуется в задаче, - ее ответ.

При решении задач следует:

- определить к какому разделу теоретической механики относится рассматриваемая задача;
- усвоить теоретический материал на изучаемую тему;
- выписать предложенные на лекциях, рекомендованных учебниках и учебных пособиях алгоритмы решения задач на данную тему;
- разобрать задачи, рассмотренные на практических занятиях и имеющиеся в учебниках и пособиях примеры решения задач;
- записать краткое условие задачи;
- определиться с методом решения задачи;
- выписать математическое выражение выбранного метода;
- сделать четкий рисунок в выбранном масштабе, соответствующий условию задачи и методу решения;

- запись уравнений и их решение приводить в буквенном виде, численные значения подставлять в конечные выражения;

- привести таблицу ответов, полученных величин.

В задачниках по теоретической механике ([6 доп.]) приводятся задачи двух видов: на усвоение учебного материала (стандартные задачи) и активное использование изученного материала. Основная учебная функция упражнений по решению стандартных задач - перевод знаний, усвоенных на уровне воспроизведения, на уровень знаний – умений. Для таких задач имеются способы решения, одни из которых описаны в самих задачниках, другие анализируются на практических занятиях. Решение задач на активное использование изученного материала – нестандартных или проблемных, поисковых, творческих, олимпиадных задач это исследовательская работа студента первокурсника.

Практическое занятие 1

Тема: Система сходящихся сил. Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил.

Цель занятия:

- научиться определять проекции силы на две (для плоской системы сил) и три (для пространственной системы сил) взаимноперпендикулярные оси;

- изучить геометрический и аналитический способы определения равнодействующей системы сходящихся сил, условия равновесия плоской и пространственной системы сходящихся сил;

- изучить алгоритм и научиться решать задачи на равновесие системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме.

1.1. Вопросы для подготовки:

1. Две основные задачи статики.
2. Аксиомы статики.
3. Виды связей и направление их реакций.
4. Условия и уравнения равновесия плоской и пространственной системы сходящихся сил.

5. Основные правила проекций силы на координатную ось.

6. Построение силового многоугольника.

7. Теорема о трех силах.

1.2. Методические рекомендации к решению задач по теме

При решении задач статики обычно производят различные действия над скалярными или векторными величинами. При сложении и вычитании векторов окончательный результат зависит от модуля вектора и его направления. Результат сложения векторов называется гео-

метрической суммой. Соответственно результат вычитания двух векторов называется геометрической разностью. Сложение двух векторов (сложение двух сходящихся сил) производится либо по правилу параллелограмма, либо по правилу треугольника. Для графического решения задачи для построения параллелограмма или треугольника необходимо выбрать масштабный коэффициент. Сложение большого числа векторов производится по правилу силового многоугольника.

Второй способ – это метод проекций равнодействующей на координатные оси.

Задачи на определение равнодействующей системы сходящихся сил аналитическим методом решаются в следующей последовательности:

1. Выбираются оси координат.
2. Определяются проекции всех заданных векторов на эти оси.
3. По известным проекциям на две координатные оси определяют модуль вектора.
4. Направление вектора определяется по направляющим косинусам

Задачи на равновесие системы сходящихся сил решаются в следующей последовательности:

1. Выбирается объект равновесия - точка, (тело или система твердых тел) равновесие которой в данной задаче рассматривается. Изображаем их на чертеже.
2. Прикладываем к объекту равновесия все активные силы, как заданные, так и те, которые требуется определить.
3. Вводим координатные оси.
4. Выявляем наложенные на объект связи. В соответствии с принципом освобожденности от связей отбрасываем связи, заменяем их реакциями и изображаем их на чертеже.
5. Записываем уравнения равновесия в проекциях на координатные оси.
6. После решения уравнений равновесия проводим анализ полученных результатов и делаем проверку.
7. В задачах статики часто приходится определять усилия в стержнях. Необходимо установить, как действуют растягивающиеся и сжимающиеся силы в стержнях на точки крепления стержней или узлы. В растянутом стержне реакции направлены от узлов внутрь стержня, в сжатом стержне к узлам наружу стержня.

1.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.] - система сходящихся сил №№ 2.6; 2.10; 2.16; 2.29; 6.3; 6.5; 6.10;

1.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по темам:

- 1.4.1 «Основные понятия статики».
- 1.4.2 «Аксиомы статики».

1.4.3 «Связи и реакции связей».

1.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графических работ:

№ 1 (С 1.1.) на тему «Определение равнодействующей системы сходящихся сил аналитическим и графическим способами» (методические материалы, разработанные кафедрой);

№ 2 (С 1.2.) на тему «Система сходящихся сил. Определение усилий в стержнях»
[3, доп.]

Практическое занятие 2

Тема: **Приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду.**

Цель занятия:

Получить представление о главном векторе, главном моменте, равнодействующей плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил;

- научиться приводить систему сил к простейшему виду и анализировать результаты;
- отработка практических навыков решения задач на приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду.

2.1. Вопросы для подготовки:

1. Статические инварианты.
2. Понятие о динамическом винте.
3. Приведение пространственной системы сил к динамическому винту.
4. Нахождение положения центральной оси динами.
5. Минимальный главный момент.
6. Приведение системы сил к равнодействующей.
7. Приведение системы сил к паре сил.
8. Отыскание условий, которым должны отвечать силы системы для ее приведения к заранее заданному простейшему виду.

2.2. Методические рекомендации к решению задач.

1. Задачи на приведение пространственной системы сил к простейшему виду следует решать в следующем порядке:

2. Выбрать систему координат, (если она не дана в условиях задачи) и принять ее начало за центр приведения. Заменяем наклонные силы в соответствии с теоремой Вариньона их проекциями на координатные оси.

3. Найти в общем виде проекции главного вектора на оси координат, а также его модуль и направление. В задачах с известными числовыми значениями исходных данных вычислить перечисленные величины и изобразить главный вектор на рисунке.

4. Получить выражения для модуля и направления главного момента системы сил или только его проекций. В задачах с известными числовыми значениями исходных данных вычислить перечисленные величины и изобразить главный момент на рисунке.

5. Определить минимальный главный момент и сделать вывод, к какому простейшему виду приводится данная система сил - к равнодействующей, к паре сил или к динамическому винту.

6. Если система приводится к равнодействующей, то найти ее линию действия. С этой целью или произвести непосредственное приведение силы, равной главному вектору и приложенной в выбранном центре, и пары, имеющей момент образованный силами равными по модулю главному вектору, к одной силе.

7. В случае приведения системы сил к динамическому винту найти уравнение центральной оси и, если требуется в условиях задачи, определить углы, составляемые этой осью с осями координат, и точки ее встречи с координатными плоскостями. При нахождении углов, образованных центральной осью с координатными осями, следует учитывать, что они находятся непосредственно по направляющим косинусам главного вектора.

2.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.] №№7.3; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.9; 7.10.

2.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Система сходящихся сил».

Сдача расчетно-графических работ С1.1, С1.2

Практическое занятие 3 - 5

Тема: Плоская и пространственная система сил. Условия и уравнения равновесия различных систем сил.

Цель занятия:

- научиться рассчитывать алгебраические моменты сил и пар сил относительно точки и оси;
- научиться составлять уравнения равновесия тел и сочлененных конструкций, находящихся под действием плоской или пространственной систем сил;
- отработка практических навыков решения задач на равновесие твердого тела или системы тел, к которым приложена плоская или пространственная система сил;
- отработка практических навыков решения задач на равновесие системы тел, к которым приложена плоская или пространственная система сил.

3.1. Вопросы для подготовки:

1. Момент силы относительно точки.

2. Основные свойства пар сил.
3. Теорема Вариньона для плоской системы сил.
4. Теорема Пуансо о приведении силы к точке, приведение произвольной плоской системы сил к точке.
5. Условия и уравнения равновесия плоской системы сил.
6. Понятие о силах внешних и внутренних.
7. Равновесие систем тел.
8. Определение момента силы относительно оси.
9. Момент силы относительно начала координат.
10. Основная теорема статики для пространственной системы сил.
11. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил.
12. Условия равновесия частных систем сил.
13. Теорема о моменте равнодействующей пространственной системы сил (теорема Вариньона).

3.2. Методические рекомендации к решению задач.

Задачи на равновесие плоской системы сил можно условно разбить на четыре основных типа:

1. Задачи на равновесие плоской системы параллельных сил.
2. Задачи на равновесие плоской системы сил, расположенных произвольно.
3. Задачи на равновесие составных конструкций.
4. Задачи на равновесие тела, которое может опрокидываться.

Задачи первых трех типов (**задачи на равновесие**) рекомендуется решать в следующем порядке:

1. Выбираем объект равновесия – тело (или систему твердых тел) равновесие которого в данной задаче рассматривается. Строим чертеж.
2. Изображаем на чертеже все активные силы - как заданные, так и те, которые требуется определить.
3. Вводим декартову систему координат.
4. Выявляем и классифицируем наложенные на объект связи. В соответствии с принципом освобожденности от связей отбрасываем связи, заменяем их реакциями и изображаем реакции на чертеже.
5. Устанавливаем, какая система сил действует на объект равновесия, выясняем число неизвестных величин и убеждаемся в том, что система статически определимая.

6. Заменяем распределенную нагрузку сосредоточенной силой. Значения и точки приложения равнодействующей распределенных нагрузок необходимо определять отдельно для каждого участка с указанным для него характером изменения интенсивности нагрузки.

7. Заменяем наклонные силы в соответствии с теоремой Вариньона их проекциями на координатные оси.

8. Если для решения задачи предлагается составная конструкция, то разбиваем ее части и вычерчиваем схемы для каждой части конструкции. При этом в месте сочленения тел возникают две силы, одна из которых приложена к одной части конструкции, а другая ко второй. Эти силы равны по модулю, направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны (в соответствии с третьим законом Ньютона).

9. Записываем уравнения равновесия в проекциях на координатные оси.

10. После решения уравнений равновесия проводим анализ полученных результатов и делаем проверку.

Задачи на опрокидывание решаются в предположении, что твердое тело начинает отрываться от одной из опор. Поэтому реакцию этой опоры учитывать не следует. Тогда при равновесии тела реакция оставшейся опоры должна уравниваться равнодействующей заданных сил. Это означает, что линия действия равнодействующей заданных сил проходит через оставшуюся опору и, следовательно, момент равнодействующей силы относительно точки опоры равен нулю.

1. Выделяем твердое тело (конструкцию), возможность опрокидывания которого проверяется.

2. Изображаем на чертеже все заданные силы, действующие на тело.

3. Определяем опору, относительно которой может произойти опрокидывание тела.

4. Составляем уравнение моментов заданных сил относительно этой опоры.

5. Решив уравнение, определяем искомую величину (предельную силу или предельный размер).

Задачи на исследование пространственной системы сил можно условно разбить на четыре основных типа:

1. Задачи на равновесие пространственной системы параллельных сил и сил, расположенных произвольно с целью определения реакций опор.

2. Задачи на равновесие составных конструкций.

3. Задачи на равновесие тела, которое может опрокидываться.

4. Задачи на приведение пространственной системы сил к простейшему виду.

Задачи на равновесие рекомендуется решать в следующем порядке:

1. Выбираем объект равновесия – тело (или систему твердых тел) равновесие которого в данной задаче рассматривается. Строим чертеж.

2. Изображаем на чертеже все активные силы - как заданные, так и те, которые требуется определить.

3. Вводим декартову систему координат.

4. Выявляем и классифицируем наложенные на объект связи. В соответствии с принципом освобождаемости от связей отбрасываем связи, заменяем их реакциями и изображаем реакции на чертеже.

5. Устанавливаем, какая система сил действует на объект равновесия, выясняем число неизвестных величин и убеждаемся в том, что система статически определимая.

6. Заменяем распределенную нагрузку сосредоточенной силой. Значения и точки приложения равнодействующей распределенных нагрузок необходимо определять отдельно для каждого участка с указанным для него характером изменения интенсивности нагрузки.

7. Заменяем наклонные силы в соответствии с теоремой Вариньона их проекциями на координатные оси.

8. Если для решения задачи предлагается составная конструкция, то разбиваем ее части и вычерчиваем схемы для каждой части конструкции. При этом в месте сочленения тел возникают две силы, одна из которых приложена к одной части конструкции, а другая ко второй. Эти силы равны по модулю, направлены вдоль одной прямой, но в противоположные стороны (в соответствии с третьим законом Ньютона).

9. Записываем уравнения равновесия на координатные оси.

10. После решения уравнений равновесия проводим анализ полученных результатов и делаем проверку.

В задачах на опрокидывание без нахождения опорных реакций определяют модули или расположение активных сил (одной силы, вращающего момента), обеспечивающих равновесие тела, в частности отсутствие его опрокидывания.

3.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.]

- плоская система сил №№ 3.16; 3.18; 3.37; 4.15; 4.26; 4.28; 4.29; 4.32; 4.33; 4.34; 4.35; 4.43; 4.58; 4.59;

- пространственная система сил №№ 8.16; 8.17; 8.19; 8.21; 8.22; 8.23; 8.26; 8.27; 8.28; 8.29; 8.34; 8.36; 8.37.

3.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Приведение пространственной системы сил к простейшему виду».

3.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графических работ: [3,12 доп.], методические материалы, разработанные кафедрой;

№ 3 (С-2) на тему «Определение реакций опор твердого тела»;

№ 4 (С-3) на тему «Определение реакций опор составной конструкции».

№ 5 (С-7) на тему «Определение реакций опор твердого тела».

Практическое занятие 6

Тема: Расчет стержневых систем. Методы расчета ферм.

Цель занятия:

- анализ фермы на внешнюю и внутреннюю статическую определимость;
 - усвоение элементов фермы;
 - научиться определять усилия в стержнях плоской фермы:
 - методом вырезания узлов,
 - методом сечений Риттера,
 - методом построения силовых многоугольников;
 - научиться определять на схеме нулевые стержни;
 - научиться производить расчет плоских ферм, используя пакеты прикладных программ.
- отработка методов определения усилий в стержнях фермы различными методами.

6.1. Вопросы для подготовки

1. Что называется простой фермой или фермой элементом?
2. Сформулируйте необходимое условие статической определенности простой фермы.
3. По какой формуле определяется число стержней статически определенной фермы?
4. Какие допущения используются при определении усилий в стержнях плоских и пространственных ферм?
5. С чего начинается расчет любой фермы? Как при расчетах учитывается вес стержней фермы?
6. В чем сущность метода вырезания узлов при определении усилий в стержнях ферм?
7. В чем сущность метода сечений (метода Риттера) при определении усилий в стержнях ферм?
8. Какие три формы условий равновесия плоской системы сил используются при определении опорных реакций фермы?
9. Какое существует правило для направления усилий в отсекаемых стержнях? Как затем определяют - сжат стержень или растянут?

10. Какие леммы без расчетов позволяют определить усилия в отдельных стержнях ферм?

11. Какие точки называются точками Риттера при определении усилий в стержнях ферм методом сечений?

6.2. Методические рекомендации к решению задач по теме

6.2.1. Метод вырезания узлов

1. Проверяем статическую определимость данной фермы.

2. Выяснить какие нагрузки (активные силы) действуют на ферму, как они направлены и к каким узлам приложены. Определить какие связи наложены на ферму. Отбросить связи и заменить их реакциями этих связей. Реакции связей добавляются к заданной системе внешних сил, приложенных к узлам фермы.

2. Изображаем ферму и все силы, действующие на нее, в выбранном масштабе. Векторы сил, действующие на узлы фермы, необходимо изображать так, чтобы они не пересекали области, ограниченные стержнями фермы.

3. Определяем опорные реакции фермы, записав уравнения равновесия плоской или пространственной системы сил. Правильность этой части решения необходимо обязательно проверить.

4. Последовательность рассмотрения узлов фермы для определения усилий, выбирается таким образом, чтобы число неизвестных сил, приложенных к узлу, не превышало двух, так как узел плоской фермы представляет собой систему сходящихся сил, при этом количество стержней с известными усилиями может быть любым.

5. Рассматривается равновесие приложенной к узлу системы сходящихся сил, составляя уравнения равновесия для каждого узла. До расчета фермы неизвестно, какие стержни растянуты, а какие сжаты, поэтому, условно полагают, что все стержни растянуты, т.е. реакции стержней направляют от узлов. Необходимо обратить внимание на знаки реакций. Если в результате вычислений получают усилие со знаком плюс, то стержень растянут, а если со знаком минус, то стержень сжат.

6. Системы сил, действующих на каждый узел, удобней изображать на отдельных расчетных схемах.

6.2.2. Метод сечений Риттера

План нахождения усилий в стержнях статически определенной фермы способом Риттера заключается в следующей последовательности действий:

1. Для заданной системы активных сил, которые приложены к узлам фермы, и неизвестных реакций связей опор фермы составляются уравнения равновесия, из которых опре-

деляются эти реакции. Реакции связей добавляются к заданной системе внешних сил, приложенных к узлам фермы.

2. Для того, чтобы задача была статически определимой, в сечении фермы не должно попадать более трех стержней с неизвестными усилиями.

Именно поэтому ферму рассекают сечением на две части таким образом, чтобы в сечении было не более трех стержней с неизвестными усилиями, в том числе стержень, в котором необходимо определить усилие.

3. Большую часть фермы (по количеству активных сил и реакций связей) отбрасывают, заменяя действие отброшенной части фермы на оставшуюся часть, усилиями рассеченных стержней, которые направляют от узлов. Реакции ставятся только на стержнях, которые пересекаются сечением, не перерезаемые сечением стержни остаются без реакции, для оставшейся части фермы составляется одно из уравнений, которое определяет форму реализации способа сквозных сечений.

4. Возможны два варианта использования способа Риттера: либо усилия параллельны, либо они пересекаются в некотором узле.

Если стержни пересекаются в некотором узле, то выбирают точку Риттера для искомого стержня и составляют уравнение моментов для всей системы сил и реакций, приложенных к оставленной для расчета части фермы. Точкой Риттера называются точка пересечения двух перерезаемых сечением стержней (либо продолжения этих стержней) кроме искомого.

Если стержни параллельны, то записывают уравнение проекций всех сил и реакций на ось, перпендикулярную двум параллельным стержням.

6.3. Практические занятия и самостоятельная работа

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: №№ 4.20; 4.45; 4.46; 4.60; 4.66; 4.67; 4.68; 4.70; 4.71 [11 доп.].

6.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

6.4.1 «Плоская система сил».

6.4.2 «Пространственная система сил».

Сдача расчетно-графических работ С2, С3, С7.

6.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы С-4 на тему «Определение реакций опор и усилий в стержнях плоской фермы»: [12 доп.], методические материалы, разработанные кафедрой.

Практическое занятие 7

Тема: Трение скольжения и качения

Цель занятия:

- приобрести практические навыки решения задач на равновесие при наличии трения скольжения и трения качения.

7.1. Вопросы для подготовки:

1. Определение силы трения скольжения.
2. Закон Амонтона-Кулона.
3. Условия равновесия при наличии трения скольжения.
4. Угол трения и конус трения.
5. Определение момента трения качения.
6. Условия равновесия тела при наличии трения качения.

7.2. Методические рекомендации к решению задач.

Задачи на равновесие с учетом трения отличаются от рассмотренных задач на равновесие плоской или пространственной системы сил тем, что в них рассматриваются еще трение скольжения или трение качения. Поэтому к уравнениям равновесия необходимо добавить ограничения, наложенные на модули сил трения скольжения и моментов сил трения качения.

Решение задач на равновесие при наличии трения рекомендуется проводить в следующем порядке:

1. Выделить твердое тело (систему твердых тел), равновесие которого необходимо рассмотреть для решения задачи.
2. Изобразить на рисунке активные силы, действующие на рассматриваемое тело (систему тел).
3. Выявить наложенные на тело связи.
4. Применяя принцип освобожденности от связей, заменить действие связей их реакциями.
5. Выбрать систему координат.
6. Составить систему уравнений равновесия сил, приложенных к твердому телу (системе тел), к которым добавить ограничения, наложенные на модули сил трения скольжения и моментов трения качения.
7. Сопоставить число неизвестных величин и число независимых уравнений равновесия (для статически определимых задач эти числа должны совпадать).
8. Определить, решая систему уравнений равновесия, искомые величины.

7.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.]

№№ 4.62; 4.63; 4.65; 4.66; 4.68; 4.69; 4.70; 4.74; 4.78; 4.79; 4.80;

7.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Фермы»

Сдача расчетно-графической работы С4

Практическое занятие 8

Тема: Центр тяжести твердого тела. Методы нахождения центра тяжести тела.

Цель занятия:

- иметь представление о системе параллельных сил и центре системы параллельных сил, о силе тяжести и центре тяжести;
- знать методы для определения центра тяжести тела и формулы для определения положения центра тяжести плоских фигур;
- изучить аналитические методы определения центра тяжести тела.
- уметь определять положение центра тяжести простых геометрических фигур, составленных из стандартных профилей;

8.1. Вопросы для подготовки:

1. Понятие силы тяжести и ее точка приложения.
2. Центр параллельных сил.
3. Центр тяжести однородных плоских тел.
4. Методы определения центра тяжести.

8.2. Методические рекомендации к решению задач по теме центр тяжести.

При решении задач на определение положения центра тяжести любого однородного тела, составленного либо из тонких стержней (линий), либо из пластинок (площадей), либо из объемов, целесообразно придерживаться следующего порядка:

1. Выполнить чертеж тела, положение центра тяжести которого, нужно определить. Так как все размеры тела обычно известны, при этом следует соблюдать масштаб.
2. Разбить тело на составные части (отрезки линий, площади или объемы), положение центров тяжести которых, определяется исходя из размеров тела.
3. Определить или длины, или площади, или объемы составленных частей.
4. Ввести координатные оси.
5. Определить координаты центров тяжести составных частей.
6. Найденные значения длин и площадей, или объемов отдельных частей, а также координат их центров тяжести подставить в соответствующие формулы и вычислить координаты центра тяжести всего тела.
7. По найденным координатам указать на рисунке положение центра тяжести тела.

8.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.] №№: 4.62; 4.63; 4.65; 4.66; 4.68; 4.69; 4.70; 4.74; 4.78; 4.80.

8.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам

8.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы С-8 на тему «Определение положения центра тяжести твердого тела» [12 доп.], методические материалы, разработанные кафедрой.

Практическое занятие 9 -10

Тема: Кинематика точки

Цель занятия:

- получить представление о пространстве, времени, траектории, пути, скорости и ускорении;
- знать способы задания движения точки;
- уметь составлять уравнения движения точки и уравнение траектории;
- знать обозначения, единицы измерения, взаимосвязь кинематических параметров движения, формулы для определения скоростей и ускорений, радиуса кривизны траектории.

9.1. Вопросы для подготовки:

1. Кинематические способы задания движения точки. Определение траектории точки.
2. Переход от уравнений движения в декартовых координатах к естественному способу задания движения точки.
3. Определение скорости и ускорения точки при задании ее движения в декартовой системе координат.
4. Определение скорости и ускорения точки при естественном способе задания ее движения.
5. Определение радиуса кривизны траектории по известному закону движения точки.
6. Комплексное определение различных кинематических параметров движения точки, заданного координатным способом.

9.2. Методические рекомендации к решению задач по теме кинематика точки.

Задачи по кинематике точки отличаются большим разнообразием. Они могут включать в себя в комплексе или в виде отдельных вопросов следующие темы:

- 1) составление уравнений движения точки;
- 2) определение по заданным уравнениям движения точки ее траектории, положения точки, скорости, ускорения и радиуса кривизны траектории;
- 3) переход от уравнений движения точки в декартовых координатах к полярным или естественному способу задания движения;

4) определение по некоторым заданным кинематическим параметрам движения точки других его параметров (например, пройденного пути по заданному времени или, наоборот, времени движения по известному положению точки, уравнения движения по заданному ускорению и т.п.)

Расчетно-графическая работа по кинематике точки соответствует второму типу задач.

9.3. Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№10.2(1-5); 10.4(1-4); 10.7; 10.12; 11.2; 11.3; 11.12; 12.9; 12.14; 12.16; 12.17; 12.21; 12.22; 12.23; 12.25; 12.27; 12.29.

9.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Сдача расчетно-графической работы С8

9.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К1 на тему «Определение абсолютной скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения». [3, 12 доп.], методические материалы, разработанные кафедрой;

Практическое занятие 11

Тема: Простейшие движения твердого тела

Цель занятия:

-иметь представление о поступательном движении, его особенностях и параметрах, о вращательном движении тела и его параметрах;

-знать формулы для определения параметров поступательного и вращательного движений тела;

-уметь определять кинематические параметры любой точки тела.

11.1 Вопросы для подготовки:

1. Теорема о движении точек тела, совершающего поступательное движение. Классификация поступательных движений.

2. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси – определение, уравнение движения.

3. Угловая скорость: определение; формула для вычисления величины; ω как вектор; размерность.

4. Угловое ускорение: определение; формула для вычисления величины; ε как вектор; размерность.

5. Классификация вращательного движения в зависимости от ε .

6. Движение точки тела:

-скорость точки: векторное выражение, величина и направление;

- ускорение точки: величина и направление нормального (центростремительного), касательного и полного ускорения.

11.2 Методические рекомендации к решению задач по теме простейшие движения твердого тела.

1) решение задач на нахождение кинематических характеристик по заданному закону движения тела;

2) решение задач на определение закона движения тела и определение кинематических характеристик по данным задачи;

3) решение задач на преобразование простейших движений твердого тела.

11.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 13.14, 13.15, 13.17, 13.18, 14.3, 14.4, 14.5.

11.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Кинематика точки».

Сдача расчетно-графической работы К1.

11.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К 2 на тему: «Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях». [3, 12 доп.]

Практическое занятие 12-14

Тема: Плоскопараллельное движение.

Цель занятия:

- знать разложение плоскопараллельного движения на поступательное и вращательное;
- знать способы определения мгновенного центра скоростей;
- знать определение угловой скорости тела и линейной скорости точек через МЦС;
- знать определение ускорений через полюс.

12.1 Вопросы для подготовки:

1. Задание положения и движения плоской фигуры, движущейся в своей плоскости.

Уравнения движения.

2. Разложение плоскопараллельного движения на составляющие.

3. Кинематические характеристики плоского движения:

3.1. Скорость точки

3.1.1. Теорема о проекциях скоростей двух точек на ось, проходящую через эти точки;

3.1.2. Мгновенный центр скоростей: определение, способы нахождения; нахождение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей.

3.2. Ускорение точки

3.2.1. Вычисление ускорения через полюс.

3.2.2 Мгновенный центр ускорений: определение, способы нахождения; нахождение ускорений через мгновенный центр ускорений.

12.2 Методические рекомендации к решению задач по теме плоское движение твердого тела.

Задачи на определение различных кинематических параметров при плоском движении рекомендуется решать в следующем порядке:

1) анализируется движение всех звеньев механизма, и определяются те из них, которые совершают плоское движение;

2) находится положение мгновенного центра скоростей (МЦС) на пересечении перпендикуляра к скоростям двух известных точек;

3) определяется угловая скорость плоской фигуры (звена, совершающего плоское движение);

4) определение скоростей всех точек плоской фигуры как произведение угловой скорости на расстояние от точки до МЦС;

5) определяется ускорение всех точек, для этого записывается векторное равенство исходя из того, что ускорение любой точки можно определить как ускорение полюса (за полюс принимается точка, ускорение которой известно) плюс ускорение точки при вращательном движении относительно полюса;

6) записываются проекции этого векторного равенства на две взаимно перпендикулярные оси координат;

7) определяется угловое ускорение плоской фигуры.

12.3. Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 15.3; 16.31; 16.34; 16.35; 18.9; 18.13; 18.23; 18.26; 18.37

12.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Простейшие движения абсолютно твердого тела».

Сдача расчетно-графической работы К2.

12.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К3 на тему «Определение скоростей и ускорений твердого тела при плоском движении».

Выдача расчетно-графической работы К4 на тему «Определение скоростей твердого тела при плоском движении». [3, 12 доп.]

Практическое занятие 15-16

Тема: Сложное движение точки.

Цель занятия:

- выработать практические навыки решения задач на сложное движение точки;
- иметь представление о системах координат, об относительном, переносном и абсолютном движении.

15.1 Вопросы для подготовки:

- сложное (абсолютное) движение точки и его составляющие: переносное и относительные движения;
- абсолютная, переносная и относительная скорости точки;
- теорема о сложении скоростей;
- абсолютное, переносное и относительное ускорения точки;
- теорема о сложении ускорений;
- ускорение Кориолиса и условия, при которых оно возникает;
- случаи, при которых ускорение Кориолиса равно нулю.

15.2 Методические рекомендации к решению задач по теме сложное движение точки.

- 1) объяснить, почему движение точки можно рассматривать как сложное;
- 2) определить характер относительного и переносного движения;
- 3) определить положение точки в относительном движении;
- 4) определить скорость и ускорение (или его составляющие, если движение криволинейное) в относительном движении, их направления показать на чертеже;
- 5) определить характеристики переносного движения;
- 6) определить радиус кривизны в переносном движении;
- 7) определить скорость и ускорение точки исходя из характера переносного движения, их направления показать на чертеже;
- 8) определить кориолисово ускорение;
- 9) записать векторные равенства для абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки, применив теорему о сложении скоростей и ускорений при сложном движении точки;
- 10) спроектировать векторные равенства на выбранные оси координат и найти проекции скорости и ускорения на эти оси;
- 11) определить модуль абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки.

15.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 22.5; 22.14; 22.15; 22.17; 23.7; 23.12; 23.18; 23.27; 23.47; 23.49.

15.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Плоское движение абсолютно твердого тела».

Сдача расчетно-графических работ К3, К4.

15.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К7 на тему «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в случае вращательного переносного движения» [3, 12 доп.].

Выдача расчетно-графической работы К9 на тему «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в случае поступательного переносного движения» [3, 12 доп.].

Практическое занятие 17

Тема: Сферическое движение твердого тела.

Цель занятия:

- выработать практические навыки решения задач на сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей;
- выработать практические навыки решения задач на сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей;
- иметь представление о системах координат, об относительном, переносном и абсолютном движении.

17.1 Вопросы для подготовки:

1. Определение сферического движения. Углы Эйлера.
2. Мгновенная ось вращения.
3. Мгновенная угловая скорость. Мгновенное угловое ускорение.
4. Линейные скорости тела при сферическом движении.
5. Линейные ускорения тела при сферическом движении.
6. Какими параметрами определяется положение твердого тела, одна из точек которого неподвижна?
7. Как формулируется теорема Эйлера?
8. Что называется мгновенной осью вращения?
9. Как определяется угловая скорость и угловое ускорение?
10. Как направлен вектор угловой скорости тела при сферическом движении?
11. Почему направление углового ускорения и угловой скорости при движении твердого тела с одной неподвижной точкой не совпадают?
12. Как определяется скорость точки при сферическом движении?
13. Как определяются и как называются составляющие ускорения точки тела при сферическом движении?
14. Что называется подвижным аксоидом и что называется неподвижным аксоидом?

17.2 Методические рекомендации к решению задач по теме сферическое движение твердого тела.

1. При решении задач на сферическое движение твердого тела прежде всего необходимо выбрать неподвижную и подвижную системы координат. Начало координат обеих систем следует поместить в неподвижной точке твердого тела.

2. Если в задаче заданы скорость одной из точек и положением мгновенной оси вращения, то мгновенная угловая скорость находится как отношение заданной скорости точки на расстояние от этой точки до мгновенной оси вращения. После определения угловой скорости тела модули скоростей его точек определяются как произведение угловой скорости на расстояние от точек до мгновенной оси вращения, а их направление в соответствии с направлением вращения.

3. Мгновенное угловое ускорение тела можно определить как скорость конца вектора мгновенной угловой скорости.

4. Линейные ускорения точек твердого тела находятся как суммы двух составляющих осестремительного и касательного.

5. В задачах, где по заданным скорости одной точки M_1 и направлению скорости другой точки M_2 требуется найти мгновенную угловую скорость и положение мгновенной оси вращения, последовательно определяются: проекции скорости точки M_1 на оси подвижной системы координат, направляющие косинусы вектора скорости точки M_2 , проекции вектора мгновенной угловой скорости ω , модуль вектора ω и его направляющие косинусы, а также уравнения мгновенной оси вращения.

17.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.] №№ 25.1; 25.5; 25.8; 25.10; 24.1; 24.2; 24.3; 24.16; 25.29; 24.10.

17.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Сложное движение точки».

Сдача расчетно-графических работ К7, К9

Практическое занятие 18

Тема: Сложение движений твердого тела.

Цель занятия:

- выработать практические навыки решения задач на сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей;

- выработать практические навыки решения задач на сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей;

- иметь представление о системах координат, об относительном, переносном и абсолютном движении.

18.1 Вопросы для подготовки:

1. Какое движение тела является сложным?
2. Сформулируйте определения абсолютного, относительного и переносного движений твердого тела.
3. Как определить скорость произвольной точки тела, совершающего поступательное переносное и поступательное относительное движения?
4. Что собой представляет результирующее движение при вращении тела одновременно в одну и ту же сторону вокруг параллельных осей?
5. Как складываются:
 - а) два поступательных движения?
 - б) два вращательных движения вокруг пересекающихся осей? Каким будет результирующее движение?
6. Как определить при сложении вращений вокруг пересекающихся осей: мгновенную угловую скорость тела, скорость заданной точки тела и ее ускорение?
7. Как складываются вращения:
 - а) вокруг скрещивающихся осей?
 - б) вокруг параллельных осей?
8. Что называется парой вращений? Чему эквивалентна пара вращений?
9. Чему равна мгновенная угловая скорость тела, совершающего вращения вокруг пересекающихся осей?
10. Какое движение тела называется винтовым? Сложением каких движений оно получается?
11. Какие инварианты кинематики вы знаете?

18.2 Методические рекомендации к решению задач по теме сложение движений твердого тела.

В задачах на сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей обычно требуется по заданным угловым скоростям переносного и относительного вращений определить абсолютные угловую скорость и угловое ускорение, а также абсолютные скорости и ускорения отдельных точек твердого тела.

После определения абсолютной угловой скорости и абсолютного углового ускорения тела, абсолютные скорости и ускорения отдельных точек твердого тела могут быть найдены двумя методами.

Первый метод заключается в применении методов кинематики сферического движения твердого тела, так как результирующим движением тела при сложении вокруг пересекающихся осей является сферическое движение.

Второй метод заключается в применении методов кинематики сложного движения точки. В этом случае необходимо выбрать неподвижную и подвижную систему координат таким образом, чтобы ось z_1 неподвижной системы координат совпала с вектором переносной угловой скорости $\vec{\omega}_e$, а ось z подвижной системы координат с вектором относительной угловой скорости $\vec{\omega}_r$. Затем определяются переносные \vec{v}_e и относительные \vec{v}_r точек твердого тела. Абсолютные скорости точек находятся по теореме о сложении скоростей.

Для решения задач на сложение вращений тела вокруг параллельных осей могут использоваться различные методические приемы, целесообразность применения какого-либо из них определяется условиями задачи.

18.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме [11 доп.]: №№ 25.1; 25.5; 25.8; 25.9; 25.10; 25.12; 25.13; 24.1; 24.2; 24.3; 24.4; 24.10; 24.16; 24.17.

18.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по теме.

Практическое занятие 19 - 20

Тема: Первая и вторая задачи динамики материальной точки.

Дифференциальные уравнения движения материальной точки

Цель занятия:

- иметь представление о массе тела и ускорении свободного падения, о связи между силовыми и кинематическими параметрами движения, о двух основных задачах динамики;
- отработка практических навыков составления и интегрирования дифференциальных уравнений движения материальной точки.

19.1 Вопросы для подготовки:

1. Основные понятия динамики.
2. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета.
3. Основные законы динамики точки.
4. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.
5. Две основные задачи динамики и алгоритм их решения.
6. Начальные условия и их использование для определения постоянных интегрирования.

19.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Динамика материальной точки».

Задачи динамики делятся на две большие группы.

1) задачи, в которых по заданному закону движения точки находятся действующие на нее силы (первая задача динамики);

2) задачи, в которых по заданным силам, действующим на точку, определяется закон ее движения (вторая задача динамики).

Первая задача динамики.

1) используя заданные уравнения движения, найти путем двойного дифференцирования проекции ускорения на координатные оси;

2) записать дифференциальные уравнения движения точки в скалярном виде и определить из них проекции на координатные оси равнодействующей всех сил, приложенных к точке, как функции времени;

3) определить модуль равнодействующей и ее направляющие косинусы.

Вторая задача динамики.

1) выбрать и изобразить на чертеже систему координат;

2) изобразить на рисунке точку в текущем положении и действующие на точку силы;

3) написать дифференциальные уравнения движения точки в векторном виде;

4) спроектировать эти векторные равенства на координатные оси;

5) в зависимости от условий задачи найти первые и вторые интегралы дифференциальных уравнений;

6) определить начальные условия движения точки;

7) определить постоянные интегрирования исходя из начальных условий;

8) определить требуемые по условиям задачи величины.

19.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 26.1; 26.5; 26.9; 26.10; 26.11; 26.15; 26.16; 27.1; 27.2; 27.7; 27.15; 27.19; 27.30; 27.31; 27.32; 27.46;

19.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по теме.

19.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д1 на тему: «Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки». [3, 12 доп.]

Практическое занятие 21-22

Тема: Колебания в природе и технике

Цель занятия:

- отработка практических навыков составления дифференциальных уравнений и исследование малых колебаний потенциальных материальных систем с одной степенью свободы.

21.1 Вопросы для подготовки:

1. Понятие малых колебаний.
2. Устойчивость равновесия.
3. Свободные колебания с одной степенью свободы и их свойства.

21.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Колебания в природе и технике».

Основными типами задач на линейные колебания механической системы являются следующие:

- 1) определение закона движения системы по заданным действующим на нее силам, вызывающим ее малые колебания около положения устойчивого равновесия;
- 2) нахождение сил, действующих на колеблющуюся систему, по заданным ее параметрам и начальным условиям возникновения колебаний;
- 3) определение основных характеристик колебательного движения (круговых частот, декремента колебаний, коэффициента динамичности и т.п.) по известным параметрам колеблющейся системы;
- 4) определение параметров критических (резонансных) режимов колебательной системы.

Решение этих задач начинается с определения числа степеней свободы механической системы и выбора обобщенных координат. Далее определяется кинетическая энергия механической системы, потенциальная энергия и обобщенная сила, записываем уравнения малых колебаний. Исследуем эти уравнения и определяем параметры колебательной системы.

21.3 Вопросы для самоконтроля

1. Какое состояние равновесия называется устойчивым?
2. Как формулируется теорема Лагранжа-Дирихле о достаточном признаке устойчивости положения равновесия системы в консервативном силовом поле?
3. Запишите формулы для определения кинетической и потенциальной энергий системы с конечным числом степеней свободы при малых колебаниях.
4. Расскажите о видах колебательных процессов.
5. Запишите дифференциальные уравнения свободных колебаний с одной степенью свободы при отсутствии сопротивления.
6. Запишите закон свободных колебаний и расскажите об их свойствах.

7. Запишите дифференциальные уравнения свободных колебаний с одной степенью свободы при наличии сопротивления.
8. Запишите закон свободных колебаний с сопротивлением и расскажите об их свойствах.
9. Запишите дифференциальные уравнения вынужденных колебаний с одной степенью свободы.
10. Запишите закон вынужденных колебаний с одной степенью свободы и расскажите об их свойствах.
11. Что называется коэффициентом динамичности и как он определяется?
12. Запишите дифференциальные уравнения малых колебаний потенциальной системы с двумя степенями свободы.
13. Запишите общее решение дифференциальные уравнения малых колебаний потенциальной системы с двумя степенями свободы.
14. Как определяются главные колебания, главные частоты системы и коэффициенты распределения.

21.4 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач [11 доп.]: №№ 54.4; 54.5; 54.7; 54.8; 54.11.

21.5 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме «Динамика материальной точки».

Сдача расчетно-графической работы Д1.

21.6 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д 23 на тему: «Исследование свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы». [12 доп.]

Практическое занятие 23

Тема: Геометрия масс

Цель занятия:

- получить представление о геометрии сечений;
- уяснить физический смысл моментов инерции;
- выработка практических навыков решения задач по теме;
- научиться вычислять моменты инерции материальной точки и твердого тела относительно полюса, оси и плоскости;
- научиться вычислять моменты инерции однородных тел относительно произвольной оси;
- научиться вычислять моменты инерции относительно осей симметрии и центра симметрии, применять теорему Гюйгенса-Штейнера;

23.1 Вопросы для подготовки:

1. Момент инерции относительно полюса, оси и плоскости.
2. Осевые и центробежные моменты инерции, их математические выражения.
3. Радиус инерции и его физический смысл.
4. Моменты инерции относительно параллельных осей.
5. Эллипсоид инерции.
6. Главные оси инерции и их свойства.

23.2 Вопросы для самоконтроля

1. Что называют моментом инерции твердого тела относительно плоскости, оси, точки?
2. Какую величину называют радиусом инерции тела относительно оси?
3. Какова зависимость между моментами инерции тела относительно параллельных осей?
4. Что представляет собой эллипсоид инерции?
5. Какие оси называют главными осями инерции в данной точке?
6. При каких условиях некоторая ось является главной осью инерции в данной точке?
7. Что называется центробежным моментом инерции твердого тела?
8. Какими свойствами обладают главные и главные центральные оси инерции?
9. Как вычисляют момент инерции твердого тела относительно произвольной оси, проходящей через центр масс тела?
10. Как вычисляют момент инерции твердого тела относительно произвольной оси, не проходящей через центр масс тела?

23.3 Методические рекомендации к решению задач.

При решении задач, связанных с определением моментов инерции конкретного тела, необходимо определить:

- положение центра масс тела или системы;
- закон движения или траекторию движения центра масс тела или системы;
- радиус инерции тела.

Для тел сложной формы необходимо:

- разбить механическую систему или тело сложной формы на более простые тела, положение центра масс которых известно или может быть определено с использованием метода симметрии или по справочнику;
- ввести наиболее удобную систему координат для определения положения центра масс;

- определить координаты центров масс тела или элементов системы, на которую они были разбиты;

- определить координаты центра масс системы, используя соответствующие формулы;

- для определения траектории движения центра масс системы, необходимо, из уравнений движения центра масс исключить время.

При решении многих практических задач, необходимо, знать формулы вычисления моментов инерции простейших тел и их сечений, которые приводятся в теоретическом курсе или в справочниках.

23.4 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: [11 доп.] №№ 34.2; 34.5; 34.11; 34.1834.29.

23.5 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Сдача расчетно-графической работы Д 23

Практическое занятие 24-25

Тема: Общие теоремы динамики: теорема о движении центра масс, теорема об изменении количества движения

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач на применение общих теорем динамики материальной точки и механической системы, в которых используются теоремы о движении центра масс.

-отработка практических навыков решения задач на применение общих теорем динамики материальной точки и механической системы, в которых используются теорема об изменении количества движения механической системы

24.1 Вопросы для подготовки:

1. Механическая система. Силы внешние и внутренние. Масса системы. Центр масс.
2. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс.
3. Количество движения точки и механической системы. Импульс силы.
4. Выражение количества движения системы через скорость центра масс.
5. Теорема об изменении количества движения системы в дифференциальной и интегральной форме.
6. Закон сохранения количества движения.

24.2 Методические рекомендации к решению задач

24.2.1 Методические рекомендации к решению задач по теме «Теорема о движении центра масс».

Задачи, решаемые с использованием теоремы о движении центра масс, можно разделить на следующие типы:

- 1) определение действующих на систему внешних сил по заданному закону движения ее точек (тел);
- 2) нахождение закона движения центра масс системы по заданным внешним силам;
- 3) определение закона движения одной из точек (тел) системы по заданным внешним силам и законам движения остальных точек системы;
- 4) использование для решения задачи законов сохранения движения центра масс системы.

Задачи необходимо решать в следующем порядке:

- 1) изобразить на схеме все внешние силы, действующие на систему;
- 2) выбрать систему координат;
- 3) записать теорему о движении центра масс в векторном виде, а затем в проекциях на координатные оси;
- 4) найти проекции известных из условий задачи внешних сил на оси координат и подставить их в уравнения;
- 5) по известным законам движения всех точек системы и их массам определить проекции ускорения центра масс;
- 6) по дифференциальным уравнениям найти искомую силу.

-отработка практических навыков решения задач на применение общих теорем динамики материальной точки и механической системы, в которых используются теорема об изменении количества движения механической системы и теорема об изменении кинетического момента.

24.2.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Теорема об изменении количества движения».

- 1) выявить совокупность тел, входящих в систему;
- 2) выбрать систему координат;
- 3) определить координаты центров масс системы;
- 4) определить проекции на координатные оси и, если требуется по условиям задачи, модуль скорости центра масс;
- 5) вычислить проекции на координатные оси, а также модуль и направляющие косинусы вектора количества движения системы;

24.3.1 Практические занятия и самостоятельная работа по теме «Теорема о движении центра масс механической системы» включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 28.2; 28.3; 28.4; 28.9; 35.4;35.5; 35.10; 35.11; 35.17; 35.18; 35.19; 35.20; 35.21.

24.3.2 Практические занятия и самостоятельная работа по теме «Теорема об изменении количества движения механической системы» включает в себя решение задач: [11 доп.] №№36.3; 36.4; 36.5;36.8; 36.9; 36.11; 28.4; 28.8.

24.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Практическое занятие 26

Тема: Общие теоремы динамики: теорема об изменении кинетической энергии.

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач динамики механической системы, в которых используются теоремы об изменении кинетической энергии системы.

26.1 Вопросы для подготовки:

1. Частные случаи определения кинетической энергии твердого тела.
2. Работа постоянной силы на прямолинейном пути.
3. Работа силы, зависящей от координат точки.
4. Работа сил тяжести, действующих на систему.
5. Работа и мощность сил, приложенных к вращающемуся телу.
6. Работа и мощность сил, приложенных к телу при плоском движении.
7. Формулировка теоремы об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых систем и их математическое выражение.
8. Потенциальное силовое поле. Работа сил потенциального поля.
9. Понятие о потенциальной энергии.
10. Закон сохранения механической энергии.

26.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Теорема об изменении кинетической энергии».

Для определения кинетической энергии системы необходимо:

- 1) установить характер движения всех тел системы;
- 2) получить выражения для кинетической энергии каждого из тел в соответствии с совершаемым им движением (поступательное, вращательное или плоское);
- 3) выразить все линейные и угловые скорости тел через скорость того тела, движение которому задаем;
- 4) определить кинетическую энергию механической системы, просуммировав кинетические энергии отдельных тел;
- 5) изобразить на чертеже все внешние силы;
- 6) найти перемещения точек приложения тех сил, которые совершают работу при движении системы;

- 7) найти углы поворота тел, к которым приложены моменты;
- 8) выразить все линейные и угловые перемещения тел через перемещение того тела, движение которому задаем;
- 9) составить выражения для работ, совершаемых внешними силами, и найти их сумму;
- 10) записать теорему об изменении кинетической энергии и определить искомую величину.

26.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 38.2; 38.4; 38.12; 38.15; 38.20; 38.24; 38.27; 38.30; 38.39; 38.45; 38.51; 37.4; 37.12; 37.43; 37.52; 47.3; 47.7; 47.9; 47.11; 47.12.

26.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

26.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д10 на тему «Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы». [3, 12 доп.]

Практическое занятие 27

Тема: **Общие теоремы динамики: теорема об изменении кинетического момента.**

Цель занятия:

-отработка практических навыков решения задач на применение общих теорем динамики материальной точки и механической системы, в которых используются теорема об изменении кинетического момента.

27.1 Вопросы для подготовки:

1. Момент количества движения материальной точки и механической системы.
2. Кинетический момент механической системы относительно полюса.
3. Кинетический момент механической системы относительно неподвижной оси. Кинетический момент абсолютно твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
4. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.
5. Закон сохранения кинетического момента системы.

27.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Теорема об изменении кинетического момента».

- 1) выбрать систему координат;
- 2) изобразить на чертеже все действующие внешние силы;
- 3) написать выражения для главных моментов всех внешних сил системы относительно осей выбранной системы координат;

4) составить выражения для кинетического момента механической системы относительно неподвижной оси;

5) записать теорему об изменении кинетического момента механической системы.

27.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 37.4; 37.5; 37.12; 37.26; 37.28; 37.43; 37.50; 37.52; 37.57; 37.58.

27.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме.

Сдача расчетно-графической работы Д10.

Практическое занятие 28-29

Тема: Принцип Даламбера.

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач на равновесие материальной системы при помощи принципа Даламбера.

28.1 Вопросы для подготовки:

1. Силы инерции и моменты сил инерции, частные случаи приведения сил инерции.

Метод кинестатики.

2. Принцип Даламбера для точки

3. Принцип Даламбера для механической системы.

4. Определение работы, совершаемой силами инерции, при различных видах движения твердого тела.

28.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Принцип Даламбера».

1) выделить точку, движение которой рассматривается;

2) выявить все активные силы изобразить их приложенными к точке на чертеже;

3) освободить точку от связей и заменить их реакциями связей;

4) добавить к полученной системе сил силу инерции;

5) записать уравнения равновесия полученной системы сил и определить искомые величины.

28.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 41.3; 41.10; 41.16; 41.17; 42.8; 46.10; 46.21; 46.22; 46.27; 47.1; 47.9; 47.11; 47.15.

28.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Практическое занятие 30-31

Тема: Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач на равновесие несвободной материальной системы при помощи принципа возможных перемещений;
- отработка практических навыков решения задач на общее уравнение динамики материальных систем.

30.1 Вопросы для подготовки:

1. Классификация аналитических связей .
2. Виртуальное перемещение материальной точки.
3. Дифференциал и вариация функции.
4. Условие идеальности связей.
5. Виртуальное перемещение системы материальных точек.
6. Принцип возможных перемещений.

30.2. Методические рекомендации к решению задач

30.2.1 Методические рекомендации к решению задач на тему «Принцип возможных перемещений»

- 1) изобразить схематически материальную систему, равновесие которой рассматривается, и все активные силы, включая силу трения, показать на чертеже;
- 2) согласно принципу освобожденности от связей, отбросить связи и заменить их реакциями связей;
- 3) выбрать обобщенную координату, сообщить системе виртуальное перемещение, написать выражение для виртуальной работы (или обобщенной силы) и , приравняв ее нулю, определить искомые величины.

30.2.2. Методические рекомендации к решению задач по теме «Общее уравнение динамики»

- 1) изобразить на чертеже все активные силы и силы трения, если они действуют;
- 2) к активным силам добавить силы инерции и моменты сил инерции, направив их противоположно линейным или угловым ускорениям;
- 3) сообщить системе столько независимых между собой возможных перемещений, сколько степеней свободы имеет система;
- 4) выразить все линейные и угловые ускорения через ускорение того тела, движение которому мы задаем;
- 5) выразить все линейные и угловые возможные перемещения через возможные перемещения того тела, движение которому мы задаем;
- 6) записать общее уравнение динамики и определить искомые величины.

30.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.]

по теме «Принцип возможных перемещений»: №№ 41.3; 41.10; 41.17; 42.8; 46.1; 46.3; 46.8; 46.9; 46.10; 46.18; 46.19; 46.21; 46.22; 46.24; 46.25; 46.27;

- по теме «Общее уравнение динамики»: №№ 47.1; 47.3; 47.4; 47.5; 47.6; 47.9; 47.11; 47.12; 47.15 47.21; 47.24.

30.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

30.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д19 на тему «Применение общего уравнения динамики к механической системе с одной степенью свободы». [3, 12 доп.]

Практическое занятие 32-34

Тема: Уравнения Лагранжа второго рода

Цель занятия:

- отработка практических навыков составления дифференциальных уравнений движения материальной системы с помощью уравнений Лагранжа второго рода.

31.1 Вопросы для подготовки:

1. Обобщенные координаты.
2. Методы определения обобщенных сил.
3. Уравнения Лагранжа II рода.
4. Функция Лагранжа.
5. Достоинства уравнений Лагранжа II рода.

31.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Уравнения Лагранжа второго рода».

Уравнения Лагранжа второго рода представляют собой дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Для составления уравнений необходимо:

- 1) проанализировать состав рассматриваемой механической системы, в которую могут входить материальные точки и тела;
- 2) определить силы, приложенные к точкам и телам механической системы; выявить среди них консервативные силы;
- 3) определить число степеней свободы механической системы;
- 4) выбрать обобщенные координаты, зная координаты материальных точек и точек приложения сил к телам, входящих в систему;

- 5) выразить координаты точек приложения сил к телам и координаты материальных точек системы через координаты обобщенные;
- 6) определить обобщенные скорости;
- 7) определить кинетическую энергию механической системы с учетом выбранных обобщенных координат и скоростей;
- 8) определить частные производные от кинетической энергии по обобщенным координатам;
- 9) определить частные производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям;
- 10) определить производные по времени от частных производных от кинетической энергии по обобщенным скоростям;
- 11) определить обобщенные силы как коэффициенты перед вариациями обобщенных координат в выражении для виртуальной работы;
- 12) составить уравнения Лагранжа второго рода и определить искомые величины.

31.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 48.2; 48.3; 48.4; 48.6; 48.7; 48.11; 48.21; 48.26; 48.27; 48.28; 48.35; 48.36; 48.37; 48.39; 48.48 .

31.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

Сдача расчетно-графической работы Д 19.

Практическое занятие 35

Тема: Элементарная теория удара

Цель занятия:

- ознакомление с основными понятиями и определениями, характеризующими удар двух тел;
- выработка практических навыков решения задач по теме.

35.1 Вопросы для подготовки:

1. Основные понятия и определения теории удара.
2. Удар материальной точки об идеально гладкую поверхность. Коэффициент восстановления скорости при ударе.
3. Общие теоремы динамики в теории удара.
4. Прямой центральный удар двух тел.
5. Удар по вращающемуся телу. Центр удара.
6. Условие отсутствия ударных реакций.

35.2 Вопросы для самоконтроля:

1. Какое явление называется ударом?
2. Чем характеризуется ударная сила?
3. Сформулируйте теорему об изменении количества движения механической системы при ударе?
4. Какова зависимость между углами падения и отражения при ударе шара о гладкую неподвижную поверхность?
5. В чем отличие абсолютно упругого и абсолютно неупругого удара?
6. Чем отличается прямой удар от косого?
7. Что называется коэффициентом восстановления при ударе и как он определяется опытным путем?
8. Что называется центром удара и как найти его координаты?

35.3 Методические рекомендации к решению задач по теме «Элементарная теория удара»

Решение задач на нахождение центра удара сводится к трем условиям:

- ударный импульс должен быть направлен перпендикулярно плоскости, проходящей через ось вращения и центр масс тела;
- ось вращения тела должна быть главной осью инерции в точке пересечения с перпендикулярной плоскостью, содержащей ударный импульс;
- точка приложения ударного импульса должна отстоять от оси вращения на расстояние приведенной длины физического маятника, ось подвеса которого совпадает с осью вращения данного тела.

35.3 Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: [11 доп.] №№ 44.3; 44.5; 44.6; 44.10; 44.12; 44.17; 44.21.

35.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме: «Динамика механической системы»

Практическое занятие 36

Контрольная работа по модулю «Динамика».

2.3.2 Методические рекомендации по изучению дисциплины (внеаудиторная работа)

Самостоятельная работа – проявляется в узнавании, осмыслении, запоминании, подведении известного метода решения под новую задачу.

К самостоятельной работе помимо подготовки к лекционным и практическим занятиям относится выполнение расчетно-графических работ. Требования к выполнению и защите расчетно-графических работ изложены в п. 6 рабочей программы дисциплины.

Подготовка рефератов. Подготовка реферата предшествует самостоятельный поиск литературных сведений по заданной теме. Так как дисциплину «Теоретическая механика» изучается в основном студентами первого курса, реферат рассматривается как начальная форма участия студента в научно-исследовательской работе.

Выполнение заданий исследовательского характера. Этот вид деятельности развивает у студентов навыки самостоятельного мышления при решении нестандартных задач. Это важная форма дифференциации и индивидуализации учебно-познавательной деятельности студентов, позволяющая им проявить свои индивидуальные особенности и интересы.

2.3.3.1 Требования к защите расчетно-графических и курсовых работ

При защите расчетно-графических и курсовых работ студент должен уметь:

- четко сформулировать поставленную задачу (что дано, что требуется найти);
- объяснить каким методом пользовался при решении задачи (сформулировать его, указать основные свойства, область применимости);
- знать основные используемые формулы и определения;
- рассказать последовательность решения задачи (общий план и особенности варианта);
- объяснить полученный результат (если требуется провести его анализ);
- отвечать на дополнительные вопросы по теме расчетно-графической работы или курсовой работы;
- отстаивать свою точку зрения при объяснении.

2.3.3 Методические рекомендации по изучению дисциплины (подготовка к экзамену)

1. При подготовке к экзамену важно понимать изучаемый материал, а не запоминать его механически. Механическая память относится к разряду кратковременных: если вы чего – то не поняли, этот материал быстро забудется. Дисциплина «Теоретическая механика» – это **ТЕОРИЯ**, без которой невозможно освоить курс и научиться решать задачи.

2. **Не читайте подряд весь конспект** (учебник). Повторяйте по вопросам. Прочитав вопрос, вспомните и проговорите все, что вы знаете по этому вопросу. Особое внимание обратите не формулировки и формулы. Проверьте умение решать задачи по этому вопросу. Только после этого переходите к следующему вопросу.

3. В конце каждого дня подготовки к экзамену проверьте, как вы усвоили материал, кратко запишите планы ответов на проработанные вопросы.

4. Обязательно разбирайте задачи, научитесь выполнять практическое задание на каждую тему.

5. При изучении курса теоретической механики студенту вначале следует ответить на вопрос: на каком уровне он желает изучать механику? Возможны следующие уровни усвоения материала:

- **уровень узнавания материала.** На этом уровне экзамен сдать практически невозможно;

- **уровень понимания написанного.** Этот уровень означает изучение и знание терминологии дисциплины, и знание основных формул. На этом уровне экзамен можно сдать только с оценкой «удовлетворительно»;

- **уровень воспроизведения материала.** Изучая дисциплину на этом уровне важно не только знать формулы и проводить соответствующие выкладки, но и раскрывать их смысл на языке теоретической механики. На этом уровне экзамен можно сдать на хорошо и отлично.

3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

Для контроля знаний используются следующие средства:

- **предварительный контроль** – состоит в установлении исходного уровня подготовки и познавательной деятельности студента;

- **текущий контроль** – важнейшая функция обратной связи между студентом и преподавателем. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования студентов, по результатам выполнения самостоятельной работы. В течение семестра выполняются контрольные задания (расчетно-графические работы, контрольные работы, тестирование по темам). Результаты выполнения этих заданий являются обязательными для всех студентов и являются основанием для выставления оценок текущего контроля. Студенты, не выполнившие в полном объеме все задания текущего контроля, не допускаются кафедрой к сдаче экзамена, как не выполнившие график учебного процесса по дисциплине. Для студентов первого курса используется балльно-рейтинговая система обучения. Описание балльно-рейтинговой системы приводится в рабочей программе дисциплины (пункт 13);

- **итоговый контроль** – используется для оценки результатов обучения, достигнутых в конце работы над дисциплиной, он проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты, выполнившие учебный план изучения дисциплины. В экзаменационном билете два теоретических вопроса (по одному из каждого раздела дисциплины) и задача. Оценка «удовлетворительно» ставится, если по билету студент решил задачу и ответил на вопросы без выводов и доказательств формул (уровень знания формул и определений). Оценка «хорошо» ставится, если студент решил задачу, ответил на вопросы билета с выводом формул и доказательством теорем (в доказательствах имеются пробелы и неточности) и ответил на дополнительные вопросы. Оценка «отлично» ставится, если студент решил задачу, ответил на вопросы билета с выводом формул и доказательством теорем и ответил на дополнительные вопросы.

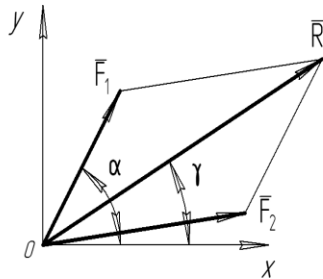
Оценка студентов осуществляется с учетом:

- оценки по итогам промежуточного контроля;
- оценки за работу в семестре (рейтинг);
- оценки итоговых знаний в ходе экзамена.

3.1 Пример варианта контрольной работы по разделу «Статика»

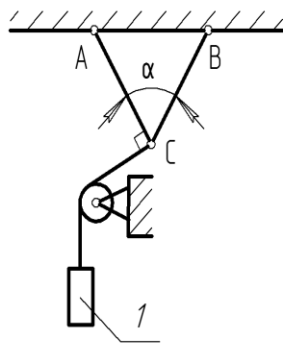
БИЛЕТ 1

Тема 1. "Сложение и разложение сходящихся сил в плоскости"



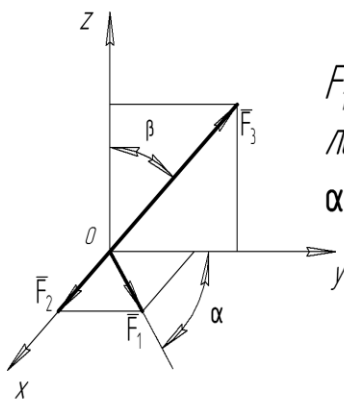
Равнодействующая $R = 10$ Н двух сходящихся сил образует с осью Ox угол $\gamma = 30^\circ$. Сила $F_1 = 5$ Н образует с этой же осью Ox угол $\alpha = 60^\circ$. Определить модуль силы F_2

Тема 2. "Равновесие плоской системы сходящихся сил"



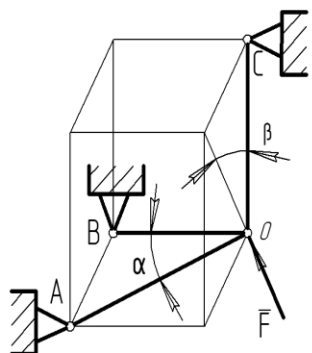
Груз 1 весом 6 Н удерживается в равновесии двумя стержнями AC и BC равной длины, соединёнными шарнирно в точке C . Определить реакцию стержня AC , если угол $\alpha = 60^\circ$, усилие в стержне BC равно 6,94 Н.

Тема 3. "Сложение и разложение сходящихся сил в пространстве"



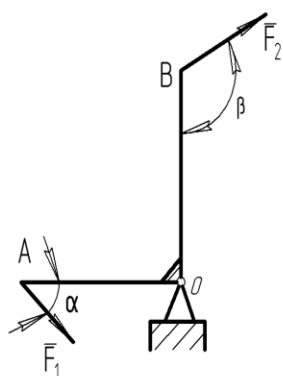
Определить модуль равнодействующей сил $F_1 = 15$ Н, $F_2 = 20$ Н и $F_3 = 25$ Н. Углы, образованные линиями действия F_1 и F_3 с осями координат, заданы: $\alpha = 60^\circ$ и $\beta = 45^\circ$.

Тема 4. "Равновесие пространственной системы сходящихся сил"



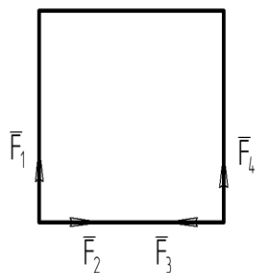
Три стержня AO , BO и CO шарнирно-стержневой конструкции соединены в точке O , к которой приложена сила $F = 10\text{ Н}$. Определить усилие в стержне AO , если углы $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$.

Тема 5. "Плоская система сил. Момент силы относительно точки. Момент пары сил."



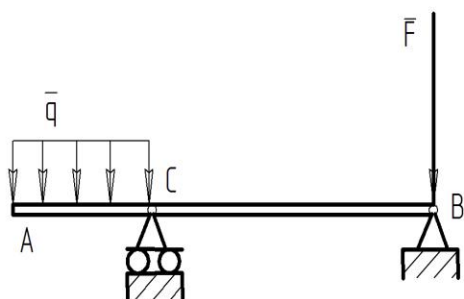
На рычаг с неподвижной осью O действуют силы $F_1 = 4\text{ Н}$ и F_2 . Определить модуль силы F_2 , необходимой для того, чтобы удержать рычаг в равновесии, если углы $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 120^\circ$, длины $AO = 0,5\text{ м}$, $BO = 0,6\text{ м}$.

Тема 6. "Главный вектор и главный момент плоской системы сил. Приведение к простейшему виду."



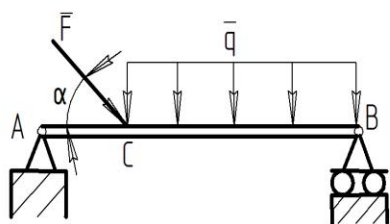
К вершинам квадрата приложены четыре силы $F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 1\text{ Н}$. Определить модуль равнодействующей этой системы сил.

Тема 7. "Равновесие плоской системы параллельных сил"



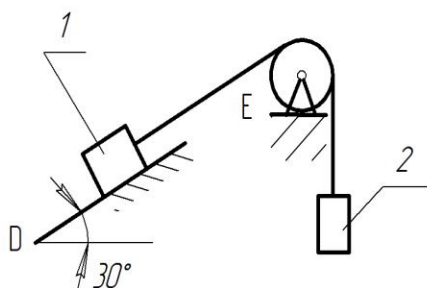
На балку AB действуют вертикальная сила $F = 5$ кН и распределённая нагрузка интенсивностью $q = 4$ кН/м. Определить в кН реакцию опоры B , если $AC = 3$ м, $BC = 6$ м.

Тема 8. "Равновесие произвольной плоской системы сил."



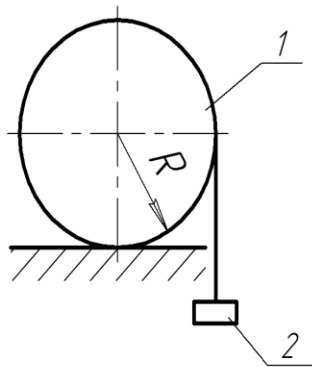
На балку AB действуют распределённая нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м и сила $F = 6$ Н. Определить реакцию опоры B , если длина $AC = 1/3 \cdot AB$, угол $\alpha = 45^\circ$.

Тема 9. "Равновесие тела с учетом трения скольжения."



Определить наименьший вес тела 1, при котором оно скользит вниз по плоскости DE , если вес груза 2 равен 320 Н, коэффициент трения между телом 1 и плоскостью DE равен 0,2.

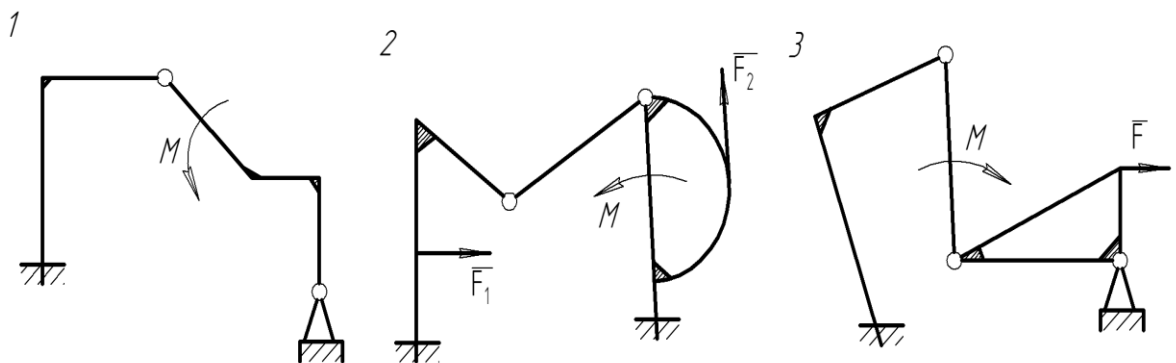
Тема 10. "Равновесие с учетом трения качения."



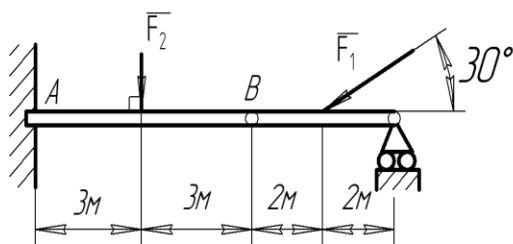
К катку 1 с помощью нерастяжимой нити подвешен груз 2. Определить наибольший вес этого груза, при котором каток 1 весом 3,2 кН останется в покое, если коэффициент трения качения $\delta = 0,004$ м, радиус $R = 32,4$ см.

Тема 11. "Статическая определимость системы тел под действием плоской системы сил."

Укажите номер статически определимой конструкции

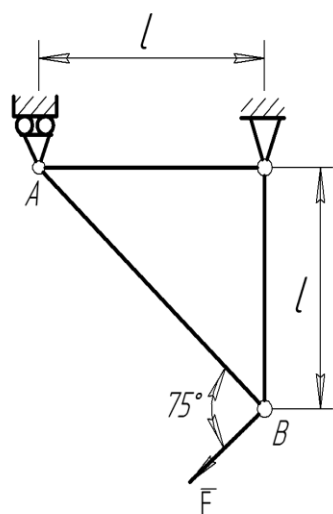


Тема 12. "Равновесие статически определимой системы тел под действием плоской системы сил."



Два стержня соединены в шарнире В. Определить момент в заделке А, если силы $F_1 = 60$ Н, $F_2 = 50$ Н.

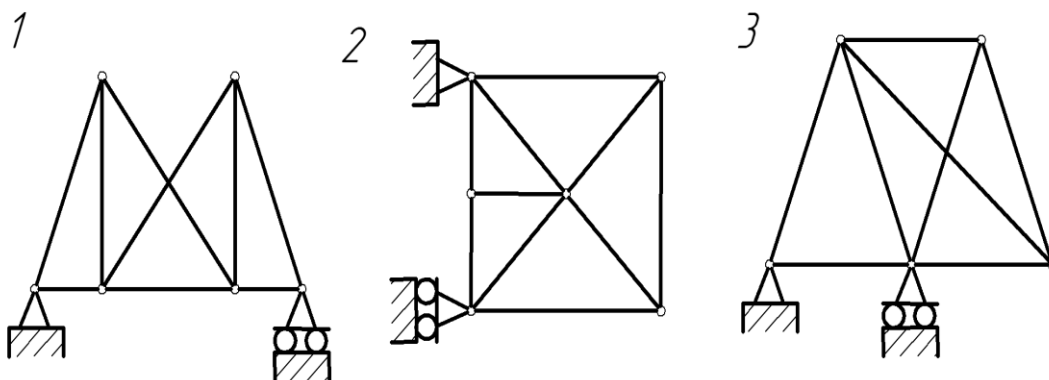
Тема 13. "Фермы: метод вырезания узлов."



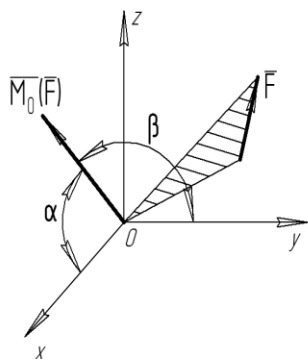
Определить усилие в стержне АВ.
Сила $F = 700 \text{ Н}$.

Тема 14. "Фермы"

Какая из изображенных ферм является статически определимой?

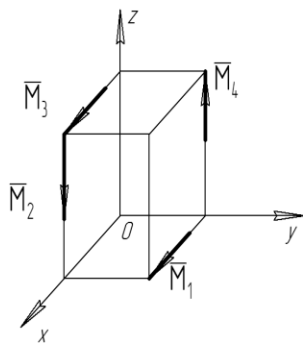


Тема 15. "Пространственная система сил.
Момент силы относительно оси и точки"



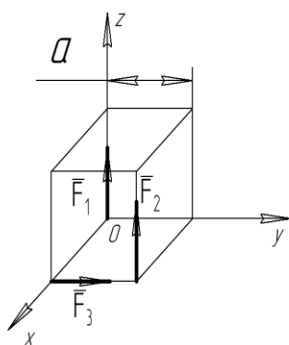
Момент силы F относительно центра O равен $M_0(F) = 10 \text{ Н}\cdot\text{м}$ и образует с осями Ox и Oy углы $\alpha = 120^\circ$ и $\beta = 120^\circ$. Определить момент этой силы относительно оси Ox .

Тема 16. "Пары сил, расположенные в пространстве"



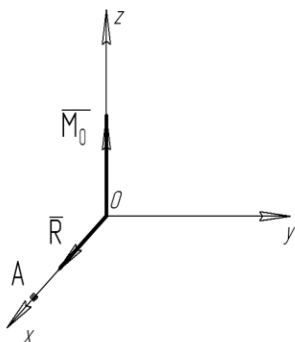
К параллелепипеду приложены четыре пары сил с моментами $M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Определить модуль момента равнодействующей пары сил.

Тема 17. "Главный момент произвольной пространственной системы сил"



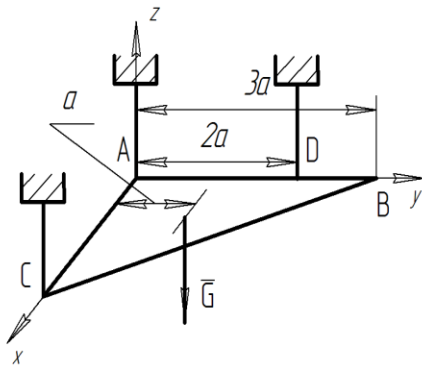
На куб с ребром $a = 0,9 \text{ м}$ действуют три силы. Определить модуль главного момента этих сил, если $F_1 = F_2 = F_3 = 8 \text{ Н}$. За центр приведения выбрать точку O .

Тема 18. "Приведение произвольной пространственной системы сил к данному центру и к простейшему виду"



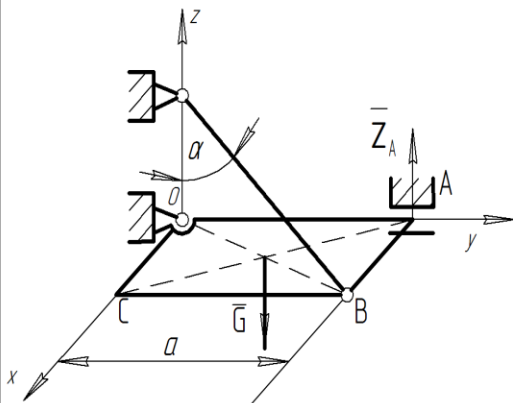
В центре приведения O главный вектор $R = 5 \text{ Н}$ и главный момент $M_0 = 25 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Определить значение главного момента в центре приведения A , если $OA = 1 \text{ м}$.

Тема 19. "Равновесие пространственной системы параллельных сил."



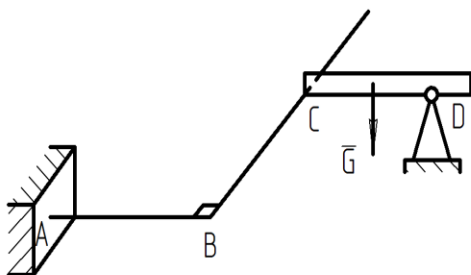
Однородная пластина весом $G = 500 \text{ Н}$ в форме прямоугольного треугольника ABC в горизонтальном положении висит на трёх верёвках, закреплённых в точках A, C, D . Определить натяжение верёвки, привязанной в точке D , если $a = 1 \text{ м}$.

Тема 20. "Равновесие произвольной пространственной системы сил"



Однородная квадратная рама $OABC$ со стороной $a = 0,5 \text{ м}$ и весом $G = 140 \text{ Н}$ под действием наложенных связей удерживается в горизонтальном положении. Составить уравнение моментов сил относительно линии OB и определить реакцию Z_A шарнира A , если угол $\alpha = 60^\circ$.

Тема 21. "Равновесие системы тел под действием пространственной системы сил."



Однородная горизонтальная балка CD , вес которой $G = 2 \text{ кН}$, в точке C опирается на горизонтальный изогнутый стержень ABC . Определить размер BC , при котором момент в заделке A будет равен $2,24 \text{ кН}\cdot\text{м}$, если $AB = 1 \text{ м}$.

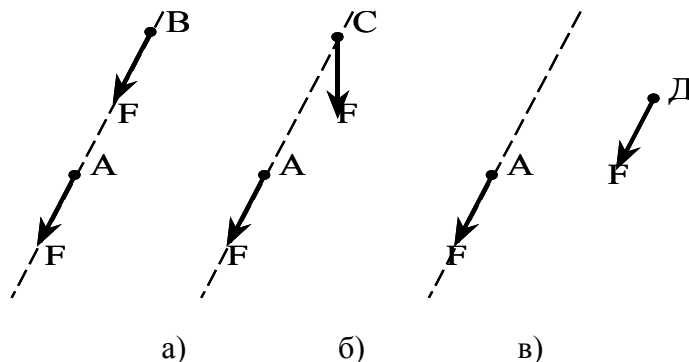
3.2 Тестовый контроль (примеры)

1. Тема «Основные понятия статики»

<p>1. Выберите наиболее полное и правильное определение материальной точки:</p> <p>а) материальная точка – это тело бесконечно малой массы;</p> <p>б) материальная точка – это тело конечной массы;</p> <p>в) материальная точка – это тело конечной массы, размерами которого можно пренебречь;</p> <p>г) материальная точка – это деформируемое тело конечной массы, размерами которого можно пренебречь.</p>
<p>1. Какое предложение неверно?</p> <p>В статике решается задача:</p> <p>а) замена одной системы сил, действующей на твердое тело, другой эквивалентной ей системой;</p> <p>б) определение необходимых и достаточных условий равновесия механической системы, находящейся под действием сил по отношению к определенной системе координат.</p> <p>в) определение кинематических характеристик (скоростей и ускорений) различных точек материального тела.</p>
<p>3. Выберите правильное продолжение: Уравновешивающей называется...</p> <p>а) сила, эквивалентная некоторой системе сил.</p> <p>б) сила, равная по модулю равнодействующей и направлена по линии её действия в противоположную сторону</p>
<p>4. Равномерно распределенную нагрузку интенсивности q, приложенную к балке на участке АВ, можно заменить:</p> <p>а) сосредоточенной силой $q \cdot AB$, приложенной к опорам;</p> <p>б) сосредоточенной силой $q \cdot AB$, приложенной в любом месте;</p> <p>в) сосредоточенной силой $q \cdot AB$, приложенной в середине участка АВ;</p> <p>г) только другой распределенной нагрузкой.</p>
<p>5. Действие силы на тело определяется:</p> <p>А) Численной величиной (модулем). Б) Направлением силы.</p> <p>В) Точкой приложения силы. Г) Численной величиной и направлением силы.</p> <p>Д) Модулем, направлением силы и точкой приложения силы.</p>
<p>6. Если данная система сил эквивалентна одной силе, то эта сила называется ...</p> <p>а) уравновешивающей. б) равнодействующей.</p>

2. Тема «Аксиомы статики»

1. В каком из случаев, указанных на рисунках а), б) и в), перенос силы из точки A в точки B , C или D не изменит механического состояния твердого тела?



2. На рис. б) (см. пункт 1) изображены две силы, линии действия которых, лежат в одной плоскости. Можно ли найти их равнодействующую по правилу параллелограмма?

- а) Можно;
- б) Нельзя.

3. Почему силы действия и противодействия не могут взаимно уравновешиваться?

- а) Эти силы не равны по модулю;
- б) Они не направлены по одной прямой;
- в) Они не направлены в противоположные стороны;
- г) Они приложены к разным телам.

4. Какое утверждение неверно?

- а) действие системы сил на твердое тело не изменится, если к ней добавить или отнять уравновешенную систему сил;
- б) действие силы на твердое тело изменится, если к ней добавить или отнять уравновешенную систему сил;
- в) при рассмотрении равновесия твердого тела внутренние силы можно не учитывать, так как они образуют уравновешенную систему сил.

5. Если к абсолютно твердому телу приложить две силы, равные по модулю и направленные по одной прямой в противоположные стороны, то равновесие тела:

- а) Нарушится;
- б) Не нарушится.

3. Тема «Связи и реакции связей»

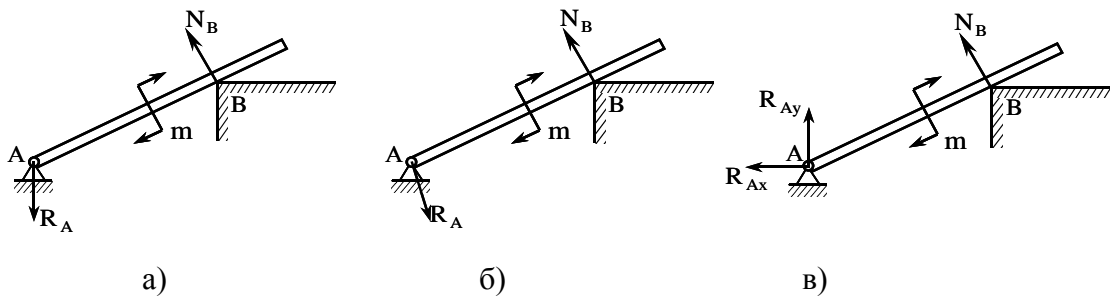
1. Что такое связь?

- а) Сила, с которой одно тело ограничивает движение другого тела;
- б) Любое тело, ограничивающее свободу передвижения данного тела;
- в) Система из нескольких тел; г) Система из нескольких сил.

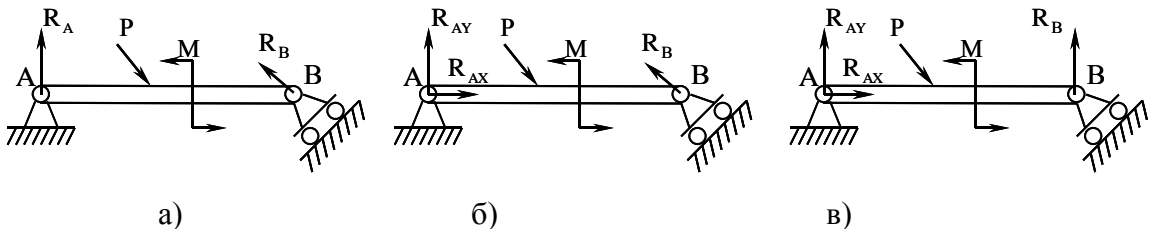
2. Укажите связи, для которых реакции всегда направлены по нормали к поверхности.

- а) Связь в виде гладкой плоскости; б) Гибкая связь;
- в) Связь в виде жесткого стержня; д) Шероховатая плоскость.
- г) Ребро двугранного угла и гладкая плоскость;

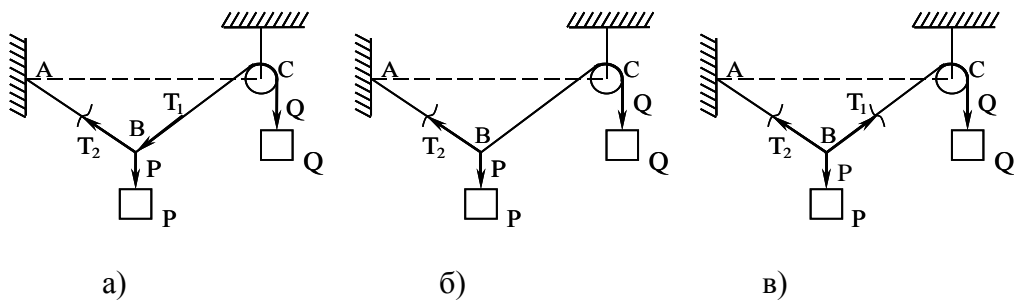
3. На каком рисунке правильно показаны направления реакций связей?



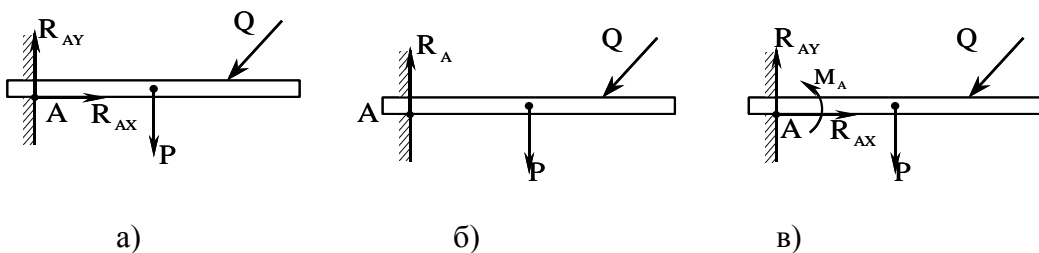
4. На каком рисунке правильно составлена расчетная схема?



5. На каком рисунке правильно составлена расчетная схема?



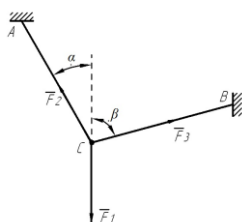
6. На каком рисунке правильно составлена расчетная схема?



4. Тема «Система сходящихся сил»

1. Определить модуль равнодействующих двух равных по модулю сходящихся сил $F_1 = F_2 = 5H$, образующих между собой угол $\alpha = 45^\circ$.

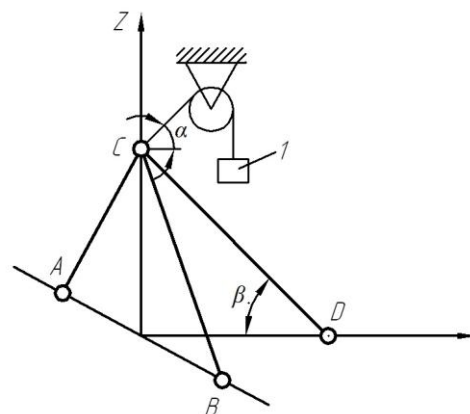
2. Определить модуль силы \vec{F}_3 натяжение троса BC , если известно, что натяжение троса AC равно $F_2 = 15H$. В положении равновесия углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 75^\circ$



3. По заданным проекциям силы \vec{F} на оси координат:

$F_x = 20H, F_y = 25H, F_z = 30H$, определить модуль этой силы.

4. Груз 1 весом $60H$ удерживается в равновесии стержнями AC, BC и DC , шарнирно соединенными в точке C , и веревкой, переброшенной через блок E под углом $\alpha = 30^\circ$. Определить усилия в стержне DC , если угол $\beta = 45^\circ$.



5. Определить модуль равнодействующей трех сходящихся сил, если заданы их проекции на оси координат: $F_{1x} = 7H; F_{1y} = 10H; F_{1z} = 0H; F_{2x} = -5H; F_{2y} = 15H; F_{2z} = 12H;$

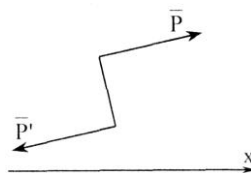
$F_{3x} = 6H; F_{3y} = 0H; F_{3z} = -6H;$

5. Тема «Плоская система сил»

1. Вставьте пропущенные слова:

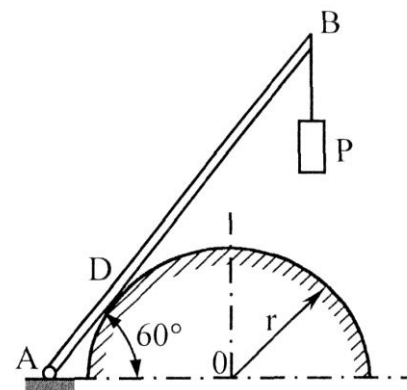
Проекция силы на ось равна произведению силы на угла между силой

2. Чему равна сумма проекций сил пары с моментом « m » на ось x ?



- 1) 0.
- 2) m .
- 3) $2P$.
- 4) P .
- 5) Нет правильного ответа.

3. Однородный брус АВ длиной l и весом \bar{Q} опирается на гладкую цилиндрическую поверхность радиуса r , причем один конец его А закреплен шарнирно, а к другому концу подвешен груз весом \bar{P} . Определить опорные реакции, если $\angle BAO = 60^\circ$. Укажите, в каком пункте решения допущена ошибка.



1) Расчётная схема.

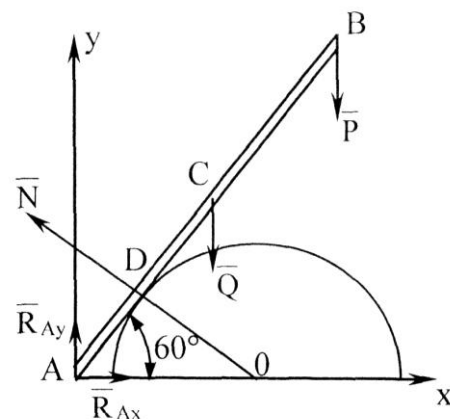
$$2) \sum F_x = 0; R_{Ax} - N \cdot \cos 30^\circ = 0$$

$$3) \sum F_y = 0; R_{Ay} + N \cdot \cos 60^\circ - P - Q = 0$$

$$4) \sum M_A(F_K) = 0; -P \cdot l \cdot \cos 30^\circ - Q \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos 30^\circ + N \cdot AD = 0$$

$$5) N = \frac{2}{3} \cdot \frac{l}{2} \cdot (P + \frac{Q}{2}); R_{Ay} = P + Q - \frac{N}{2};$$

$$R_{Ax} = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot \frac{l}{2} \cdot (P + \frac{Q}{2});$$



4. Вставьте пропущенные слова:

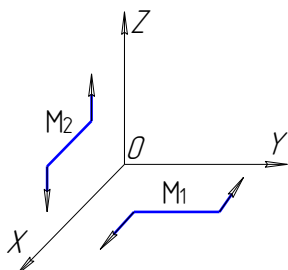
Парой сил называют две параллельные силы, равные по и направленные в стороны

5. Укажите размерность момента силы.

- 1) $\text{Н}/\text{м}^2$;
- 2) $\text{Н}/\text{м}$.
- 3) $\text{Н} \cdot \text{м}^2$.
- 4) $\text{Н} \cdot \text{м}$.
- 5) Нет правильного ответа.

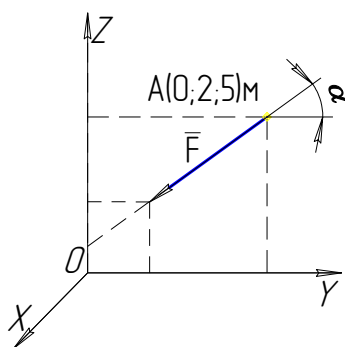
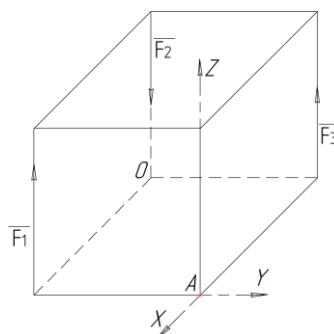
6. Тема «Приведение пространственной системы сил к простейшему виду»

1. Проекции силы на оси координат равны: $P_x = 2H$; $P_y = \sqrt{5}H$; $P_z = \sqrt{3}H$. Определите угол γ между вектором силы \vec{P} и осью O_z .



2. В координатных плоскостях O_{XY} и O_{XZ} действуют пары сил с моментами $M_1 = 8Hm$, $M_2 = 6Hm$. Найдите проекцию вектора момента равнодействующей пары сил на ось O_z .

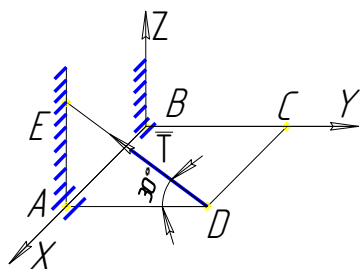
3. Силы \vec{F}_1 ; \vec{F}_2 ; \vec{F}_3 действуют по ребрам куба. Чему равен главный момент системы сил после приведения ее к точки A , если $F_1 = F_2 = F_3 = 5H$; $AB = 0,5m$.



4. Сила \vec{F} приложена в точке $A(0;2;5)m$ плоскости O_{YZ} . Применив теорему Вариньона определите момент силы \vec{F} относительно оси O_x , если $F = 4\sqrt{2}H$, $\alpha = 45^\circ$.

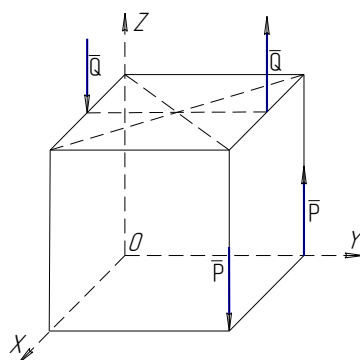
5. Определите скалярный инвариант, если главный вектор $P = 3H$ и главный момент $M_0 = 4Hm$ образуют угол $(\vec{P} \wedge \vec{M}_0) = 60^\circ$.

7. Тема «Пространственная система сил»



1. Прямоугольная плита $ABCD$ весом $P = 20H$ удерживается в горизонтальном положении с помощью цилиндрических шарниров A и B и нити DE . Найдите момент реакции T нити относительно оси Y , если $AB = 0,5\text{ м}$, $AD = 0,4\text{ м}$.

2. Определите проекцию реакции \vec{T} нити DE на ось Y . (см. условие первого вопроса)



3. К кубу с ребром a приложены две пары сил $(\vec{Q}\vec{Q})$ и $(\vec{P}\vec{P})$. Найдите проекцию вектора-момента равнодействующей пары сил на ось Y , если $a = 2\text{ м}$, $P = Q = 3\text{ м}$.

4. Определите величину момента третьей пары сил, чтобы система трех пар сил была уравновешенной. (см. условие и чертеж третьего вопроса)

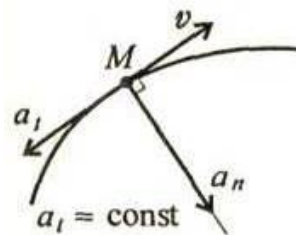
5. Сила $\vec{P} = 2\vec{i} - 3\vec{g} + 5\vec{k}(\text{м})$ приложенная в точке $A(4;1;0)\text{ см}$. Найдите момент силы \vec{P} относительно оси X .

8. Тема «Кинематика точки»

1.

Точка движется по дуге. Охарактеризуйте движение точки.

- А. Равномерное.
- Б. Равноускоренное.
- В. Равнозамедленное.



2. Точка движется по окружности радиусом $r = 8$ м согласно уравнению $s = 0,1t^2 + t$ (s – в м, t – в с). Определить нормальное ускорение точки при $t = 5$ с.

- А. $a_n = 1,25$ м/с²;
- Б. $a_n = 0,5$ м/с².
- В. $a_n = 0,75$ м/с².
- Г. $a_n = 0,25$ м/с².

3. Точка движется прямолинейно согласно уравнению $s = t^3 + 4t$ (s – в м, t – в с). Определить ускорение точки при $t = 0,08$ с.

- А. $a = 0,96$ м/с².
- Б. $a = 0,24$ м/с².
- В. $a = 0,64$ м/с².
- Г. $a = 0,48$ м/с².

4. Точка движется по окружности равномерно. За каждые 25 с точка проходит 75 м. Определить радиус окружности, если нормальное ускорение точки $a_n = 0,3$ м/с².

- А. $r = 35$ м.
- Б. $r = 30$ м.
- В. $r = 27$ м.
- Г. $r = 20$ м.

5. Значение ускорения точки определяют одним равенством $a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$, которое соответствует:

- А. Криволинейному движению.
- Б. Прямолинейному движению.

6. Какая составляющая ускорения любой точки твердого тела равна нулю при равномерном вращении твердого тела вокруг неподвижной оси?

- А. Нормальное ускорение.
- Б. Касательное ускорение.
- В. Полное ускорение.

9. Тема «Простейшие движения абсолютно твердого тела»

1. Колесо радиусом $r = 0,5$ м вращается равномерно. Окружная скорость $v = 2,5\pi$ м/с.

Определить частоту вращения колеса.

А. $n = 150$ об/мин.

Б. $n = 300$ об/мин.

В. $n = 100$ об/мин.

Г. $n = 250$ об/мин.

2. При поступательном движении любая прямая линия на теле

А. Поворачивается на 180° .

Б. Поворачивается на 90° .

В. Остается параллельной своему начальному положению.

3. Диск вращается согласно уравнению $\varphi = 0,25t^3$ рад. Определить угловое ускорение ε диска в момент $t = 2,2$ с.

А. $\varepsilon = 3,9$ рад/с².

Б. $\varepsilon = 4,2$ рад/с².

В. $\varepsilon = 3,3$ рад/с².

Г. $\varepsilon = 4,5$ рад/с².

4. Диск вращается согласно уравнению $\varphi = 6,4\pi t$ рад. Определить частоту вращения диска.

А. $n = 128$ об/мин.

Б. $n = 256$ об/мин.

В. $n = 144$ об/мин.

Г. $n = 192$ об/мин.

5. Какая составляющая ускорения любой точки твердого тела равна нулю при равномерном вращении твердого тела вокруг неподвижной оси?

А. Нормальное ускорение.

Б. Касательное ускорение.

В. Полное ускорение.

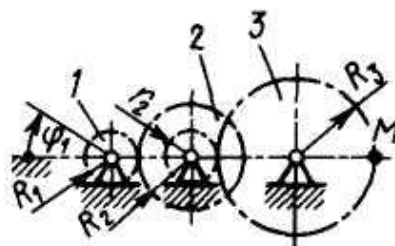
6. Зубчатое колесо 1 вращается согласно

закону $\varphi_1 = 4t^2$. Определить скорость точки

M колеса 3 в момент времени $t = 2$ с, если

радиусы колес $R_1 = 0,4$ м, $R_2 = 0,8$ м, $r_2 =$

$0,4$ м, $R_3 = 1$ м.

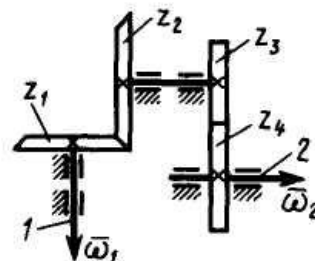


7. Редуктор состоит из конической и цилиндрической зубчатых пере-

дач с числом зубьев колес $z_1 = 18$, $z_2 = 26$, $z_3 = 28$ и $z_4 = 40$

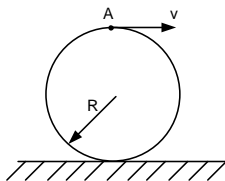
Вал 1 вращается с угловой скоростью $\omega_1 = 20(t + e^{-t})$. В момент

времени $t = 10$ с определить угловую скорость вала 2.



10. Тема «Плоскопараллельное движение»

1. Диск радиуса R катится по горизонтальной поверхности без скольжения. Скорость точки A равна v .

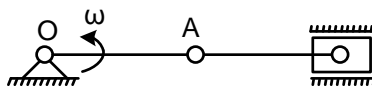


Угловая скорость ω вращения диска равна ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

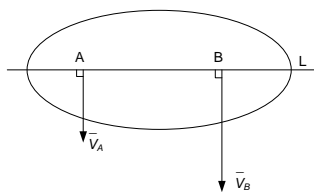
- 1) $\frac{v}{\sqrt{2}R}$; 2) $\frac{v}{R}$; 3) $\frac{v}{1.5R}$; 4) $\frac{v}{2R}$; 5) $\frac{2v}{R}$.

2. Кривошипно-ползунный механизм занимает положение, изображенное на рисунке. Угловая скорость кривошипа $\omega = 12$ рад/с; $OA = 0,2$ м; $AB = 0,6$ м.



Угловая скорость шатуна AB равна ... (рад/с).

3. Скорости двух точек A и B плоской фигуры направлены, как указано на рисунке.

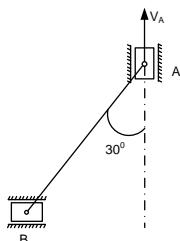


Мгновенный центр скоростей фигуры ...

Варианты ответов:

1. Находится на прямой L справа от точки B ; 2. Находится на прямой L слева от точки A ;
3. Находится на прямой L между точками A и B ; 4. Находится на бесконечном удалении;

4. Муфты A и B , скользящие вдоль прямолинейных направляющих, соединены стержнем $AB = 20$ см. Скорость муфты $A - V_A = 40$ см/с.



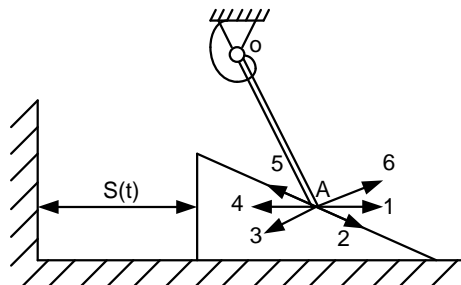
Угловая скорость стержня $AB - \omega_{AB}$ равна ... c^{-1} .

Варианты ответов:

- 1) 2; 2) $\sqrt{2}$; 3) 4; 4) $\frac{3\sqrt{2}}{2}$; 5) $2\sqrt{2}$;

11. Тема «Сложное движение точки»

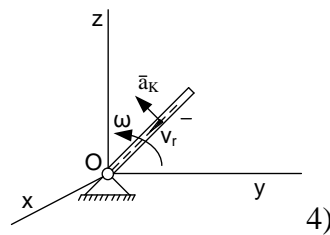
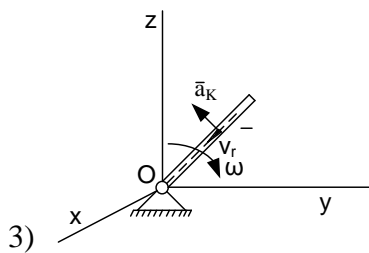
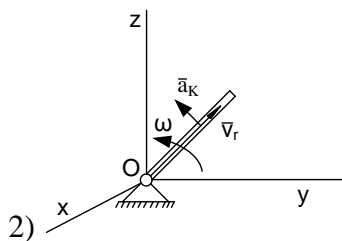
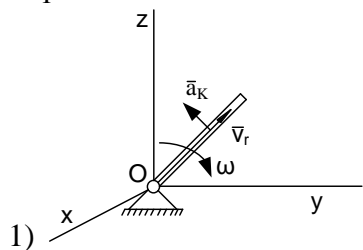
1. Стержень **OA**, который может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку **O**, пружиной прижимается к призме,двигающейся горизонтально по закону $s(t) = 36 + t$ (см).



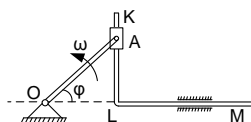
Рассматривая движение точки **A** как сложное, запишите номер направления для переносной скорости точки **A** в момент времени $t = 1$ с....

2. Прямолинейный стержень вращается в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси. Вдоль стержня движется точка с относительной скоростью V_r . Кориолисово ускорение направлено НЕВЕРНО на рисунке ...

Варианты ответов:



3. В кривошипно-кулидном механизме кривошип $OA = 10$ см вращается с угловой скоростью $\omega = 6$ с⁻¹.



В тот момент, когда угол $\varphi = 45^\circ$, относительная скорость V_r (см/с) ползуна **A** равна...

Варианты ответов:

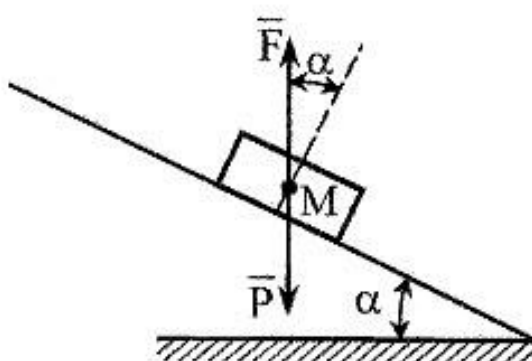
1. 60

2. 30

3. $3.30\sqrt{2}$

4. $60\sqrt{2}$

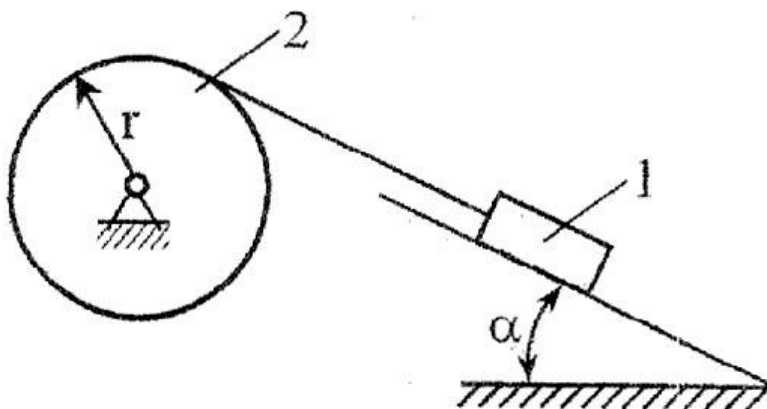
12. Тема «Динамика материальной точки»



Материальная точка M весом $P = mg$ движется вниз по наклонной плоскости из состояния покоя. На точку действует сила $F = 0,5mg$. Коэффициент трения скольжения равен f .

№ п/п	ОПРЕДЕЛИТЬ:		ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:
1	УСКОРЕНИЕ ТОЧКИ	1	$\ddot{x} = g(\sin\alpha + f\cos\alpha)/2$
		2	$\ddot{x} = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		3	$\ddot{x} = g(f\cos\alpha - \sin\alpha)/4$
		4	$\ddot{x} = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)$
2	ЗАКОН ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ТОЧКИ	1	$\dot{x} = gt(\sin\alpha + f\cos\alpha)/2$
		2	$\dot{x} = gt(\sin\alpha - f\cos\alpha)$
		3	$\dot{x} = gt(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		4	$\dot{x} = gt(f\cos\alpha - \sin\alpha)/2$
3	ЗАКОН ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ	1	$x = gt^2(\sin\alpha - f\cos\alpha)/4$
		2	$x = gt^2(f\cos\alpha - \sin\alpha)/4$
		3	$x = gt^2(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		4	$x = gt^2(\sin\alpha + f\cos\alpha)/4$
4	КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ТОЧКИ В ФУНКЦИИ ОТ ВРЕМЕНИ	1	$T = Pgt^2(\sin\alpha - f\cos\alpha)^2/8$
		2	$T = Pgt^2(f\cos\alpha - \sin\alpha)^2/4$
		3	$T = Pgt^2(\sin\alpha + f\cos\alpha)^2/8$
		4	$T = Pgt^2(\sin\alpha - f\cos\alpha)/4$
5	КОЛИЧЕСТВО ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ	1	$Q = Pt(\sin\alpha + f\cos\alpha)/2$
		2	$Q = Pt(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		3	$Q = Pt(f\cos\alpha - \sin\alpha)/2$
		4	$Q = Pt(\sin\alpha - f\cos\alpha)/4$
6	ГЛАВНЫЙ ВЕКТОР СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ТОЧКУ	1	$R^e = P(f\cos\alpha - \sin\alpha)/2$
		2	$R^e = P(\sin\alpha - f\cos\alpha)$
		3	$R^e = P(\sin\alpha + f\cos\alpha)/2$
		4	$R^e = P(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$

13. Тема «Динамика механической системы»



Груз 1 весом P посредством невесомой нерастяжимой нити приводит в движение блок 2 весом $2P$ радиуса r . Коэффициент трения скольжения груза 1 – f . Блок 2 -однородный цилиндр. Трением, на оси блока пренебречь. Угол наклона плоскости движения груза к горизонту - α . В начальный момент система находилась в состоянии покоя.

№ п/п	ОПРЕДЕЛИТЬ:		ВАРИАНТЫ ОТВЕТА:
1	УГЛОВУЮ СКОРОСТЬ БЛОКА	1	$\omega = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2rt$
		2	$\omega = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)t/2r$
		3	$\omega = g(\sin\alpha - f\cos\alpha)t/r$
		4	$\omega = g(\cos\alpha - f\sin\alpha)t/2r$
2	КОЛИЧЕСТВО ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ	1	$Q = P(\cos\alpha - f\sin\alpha)t/2$
		2	$Q = 3P(\sin\alpha - f\cos\alpha)t/2$
		3	$Q = 3P(\sin\alpha - f\cos\alpha)t$
		4	$Q = P(\sin\alpha - f\cos\alpha)t/2$
3	ВЕРТИКАЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ ДАВЛЕНИЯ БЛОКА НА ОПОРУ O	1	$N_B = 2P + P(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		2	$N_B = 3P - P\cos^2\alpha$
		3	$N_B = 2P + P(\sin\alpha - f\cos\alpha)\cos\alpha/2$
		4	$N_B = 2P + P(\sin\alpha - f\cos\alpha)\sin\alpha/2$
4	ГЛАВНЫЙ МОМЕНТ СИЛ, ПРИЛОЖЕННЫХ К БЛОКУ ОТНОСИТЕЛЬНО ТОЧКИ O	1	$M_2 = Pr(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		2	$M_2 = Pr(\cos\alpha - f\sin\alpha)/2$
		3	$M_2 = 0$
		4	$M_2 = Pr(\sin\alpha - f\cos\alpha)$
5	КИНЕТИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ СИСТЕМЫ В ФУНКЦИИ ОТ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ S ГРУЗА ВДОЛЬ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ	1	$T = PS(\cos\alpha - f\sin\alpha)$
		2	$T = PS(1 - f)$
		3	$T = PS(\sin\alpha - f\cos\alpha)$
		4	$T = 3PS(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
6	РАБОТУ, ЗАТРАЧЕННУЮ НА ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГРУЗА S ВДОЛЬ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ	1	$A_1 = PS(\sin\alpha - f\cos\alpha)$
		2	$A_1 = PS(\sin\alpha - f\cos\alpha)/2$
		3	$A_1 = PScos\alpha$
		4	$A_1 = PS(\cos\alpha - f\sin\alpha)/2$

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины «Теоретическая механика» приведены в рабочей программе.