

## Перечень вопросов к экзаменам «Теоретическая механика»

### 2 семестр

#### СТАТИКА

1. Основные понятия статики. Сила и ее характеристики. Аналитическое задание силы. Система сил. Эквивалентные системы сил. Равнодействующая. Уравновешенная система сил. Аксиомы статики.
2. Связи и реакции связей. Принцип освобожденности от связей. Основные типы связей.
3. Система сходящихся сил. Сложение сходящихся сил, равнодействующая. Разложение силы на составляющие. Геометрическое условие равновесия системы сходящихся сил. Аналитические условия равновесия системы сходящихся сил.
4. Система двух параллельных сил. Сложение двух параллельных сил. Сложение антипараллельных сил. Пара сил. Алгебраический и векторный моменты пары сил. Теорема о сумме моментов сил, составляющих пару.
5. Теорема об эквивалентных парах сил, лежащих в одной плоскости. Теорема об условии эквивалентности пар сил в пространстве. Сложение пар сил. Условие равновесия твердого тела при действии плоской и пространственной системы пар.
6. Момент силы относительно центра как алгебраическая величина и как вектор. Момент силы относительно оси. Алгоритм вычисления момента силы относительно оси. Зависимость между моментами силы относительно точки и относительно оси, проходящей через эту точку. Аналитические выражения моментов силы относительно координатных осей.
7. Система сил, расположенных произвольно. Эквивалентные системы сил (определение, условие эквивалентности); Приведение силы к заданному центру (метод Пуансо). Приведение произвольной системы сил к заданному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Влияние положения центра на результаты приведения к этому центру системы сил в пространстве. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.
8. Произвольная плоская система сил. Вычисление главного вектора и главного момента плоской системы сил. Возможные частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Условия равновесия произвольной плоской системы сил.
9. Особенности решения задач на равновесие тел, находящихся под действием произвольной плоской системы сил. Статически определяемые и неопределяемые задачи. Определение реакций опор составных конструкций.
10. Плоская система сил. Алгебраический момент силы относительно центра на плоскости. Случаи приведения к равнодействующей произвольной плоской системы сил. Аналитические условия равновесия произвольной плоской системы сил.
11. Силы, произвольно расположенные в пространстве. Вычисление главного вектора и главного момента пространственной системы сил. Возможные частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия сил.

12. Трение скольжения. Природа трения скольжения. Законы Амонтона–Кулона. Исследование равновесия при наличии трения скольжения. Конус трения.
13. Сопротивление качению (трение качения). Объяснение возникновения сопротивления качению. Законы трения качения. Исследование равновесия тел при наличии трения качения.
14. Центр тяжести тела.  
Центр параллельных сил. Формулы для радиус-вектора и координат центра параллельных сил.  
Центр тяжести твердого тела (определение). Центр тяжести плоской фигуры. Центр тяжести линии.
15. Определение положения центра тяжести плоской фигуры по центрам тяжести ее частей.  
Способ отрицательных масс. Центры тяжести треугольника, дуги окружности, сектора.
16. Условия равновесия тела в общем случае.  
Определение состояния равновесия механической системы (твердого тела).  
Необходимые и достаточные условия равновесия твердого тела (теорема).  
Аналитические уравнения равновесия твердого тела.

## КИНЕМАТИКА

1. Векторный способ задания движения точки.  
Система отсчета. Радиус-вектор точки и способы его задания.  
Траектория точки. Векторы скорости и ускорения точки (определение и свойства).
2. Координатный способ задания движения точки. Определение траектории, скорости и ускорения.
3. Естественный способ задания движения точки.  
Структура и описание задаваемых элементов. Естественные координатные оси. Кривизна кривой и радиус кривизны кривой. Вычисление скорости точки.
4. Естественный способ задания движения точки.  
Вычисление скорости и ускорения точки. Разложение ускорения на касательное и нормальное.
5. Естественный способ задания движения точки. Ускоренное и замедленное движение точки (признаки). Равнопеременное движение точки. Метод определения пройденного пути за данный интервал времени.
6. Естественные координатные оси. Вектор кривизны. Определение ускорения точки при задании ее движения естественным способом. Касательное и нормальное ускорение точки. Классификация движений точки по ускорению точки.
7. Поступательное движение твердого тела (определение, свойства).
8. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси (определение).  
Угловая скорость и угловое ускорение тела как алгебраические величины и как векторы. Скорости и ускорения точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.  
Векторные выражения для скорости, тангенциального и нормального ускорений точки тела.
9. Передача вращательного движения с помощью колес с неподвижными осями вращения..
10. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела  
Плоскопараллельное движения твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Разложение движения плоской фигуры на поступательную и вращательную части движения.  
Уравнения движения плоской фигуры. Теорема о скоростях точек плоской фигуры (основная

формула для определения скоростей точек) и ее следствия.

11. Плоскопараллельное (плоское) движение тела.

Теорема об ускорениях точек плоской фигуры и ее следствия. Определение ускорений точек и

угловых ускорений звеньев плоского механизма графическим методом на примере шарнирного четырехзвенника.

12. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела.

Графические методы расчета скоростей (план скоростей фигуры и механизма) Методы построения плана скоростей на примере кривошипно-ползунного механизма.

13. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела. Графические методы расчета ускорений (план ускорений фигуры и механизма). Методы построения плана ускорений на примере кривошипно-ползунного механизма.

14. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела.

Аналитические методы расчета скоростей и ускорений.

15. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела.

Мгновенный центр скоростей (определение, основные случаи нахождения положения, применение для вычисления скоростей точек).

16. Сферическое движение твердого тела.

Углы Эйлера. Уравнение сферического движения твердого тела. Теорема о перемещении твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость тела. Угловое ускорение тела при сферическом движении.

17. Сферическое движение твердого тела.

Скорости точек твердого тела при сферическом движении. Проекция скорости точки тела на

оси декартовых координат, связанных с телом. Ускорения точек твердого тела при сферическом движении.

18. Общий случай движения твердого тела.

Разложения движения свободного твердого тела на поступательное и сферическое движения.

Уравнение движения свободного твердого тела. Теорема о скоростях точек свободного твердого тела. Теорема об ускорениях точек свободного твердого тела.

19. Сложное движение точки

Относительное, абсолютное и переносное движения точки (определения). Теорема о сложении

скоростей (без вывода). Теорема о сложении ускорений (без вывода). Модуль и направление

ускорения Кориолиса.

20. Сложное движение точки.

Относительная (локальная) производная вектора, связь относительной и абсолютной производной вектора. Теорема о сложении скоростей (основные определения и доказательство).

21. Сложное движение точки.

Теорема о сложении ускорений (основные определения и доказательство). Кориолисово ускорение (вычисление, определение направления, частные случаи).

22. Сложное движение твердого тела (понятие и основные задачи).

Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей (теорема о сложении угловых скоростей)

23. Сложное движение твердого тела (понятие и основные задачи).

Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей.

24. Сложение поступательного и вращательного движений, кинематический винт.

**3 семестр**

## ДИНАМИКА

1. Основные понятия динамики. Основные законы (аксиомы) классической механики. Инерциальные системы отсчета.
2. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в проекциях на оси декартовой системы координат и на оси естественного трехгранника. Первая и вторая основные задачи динамики материальной точки (формулировка задач).
3. Интегрирование дифференциального уравнения прямолинейного движения материальной точки, движущейся под действием силы, зависящей только: 1) от времени; 2) от скорости; 3) от координаты.
4. Первая и вторая основные задачи динамики материальной точки. Порядок и особенности решения задач.
5. Относительное движение материальной точки. Основной закон динамики материальной точки, движущейся в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Принцип относительности классической динамики.
6. Момент инерции системы материальных точек относительно оси (понятие). Радиус инерции твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера о моментах инерции относительно параллельных осей. Осевые и центробежные моменты инерции тела.
7. Момент инерции тела относительно оси произвольного направления. Главные оси и главные моменты инерции. Теоремы о главных осях инерции тела.
8. Момент инерции твердого тела относительно оси. Моменты инерции однородного цилиндра, однородного диска, однородного кольца, тонкого однородного стержня.
9. Понятие механической системы и абсолютного твердого тела. Внешние и внутренние силы. Силы активные и реактивные (пассивные). Свойство главного вектора и главного момента внутренних сил. Центр масс механической системы. Методы нахождения для твердого тела.
10. Центр масс механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы. Следствия теоремы.
10. Количество движения материальной точки и механической системы. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Элементарный импульс силы и импульс силы за конечный интервал времени. Теорема об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и интегральной формах.
11. Момент количества движения (кинетический момент) материальной точки относительно центра и оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки.
12. Кинетический момент механической системы относительно заданного центра и оси. Кинетический момент твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. Теорема об изменении кинетического момента механической системы и ее следствия.
13. Кинетический момент твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела.
14. Кинетическая энергия точки и системы материальных точек. Вычисление кинетической энергии твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях.

Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

15. Элементарная работа силы. Работа силы на конечном перемещении. Мощность силы. Работа сил тяжести и упругости. Формула для вычисления работы силы, приложенной к телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси.

16. Потенциальное силовое поле и потенциальная энергия. Работа потенциальных сил. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Сохранение механической энергии материальной точки при движении в потенциальном силовом поле.

17. Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной и интегральной формах. Работа внутренних сил неизменяемой системы. Теорема об изменении кинетической энергии для неизменяемой механической системы.

18. Потенциальная энергия. Вычисление потенциальной энергии силы тяжести и силы упругости. Консервативная механическая система. Закон сохранения механической энергии для консервативной механической системы.

19. Принцип Даламбера для материальной точки. Принцип Даламбера для системы материальных точек. Главный вектор и главный момент сил инерции.

20. Принцип Даламбера для системы материальных точек. Главный момент сил инерции в случае поступательного движения твердого тела и при вращении твердого тела вокруг главной оси инерции тела.

21. Связи и их уравнения. Классификация связей по виду уравнений связей: стационарные и нестационарные, удерживающие и недерживающие, голономные и неголономные. Возможные (виртуальные) перемещения механической системы (определение). Действительные перемещения механической системы. Активные и реактивные силы. Идеальные связи. Примеры идеальных связей.

22. Идеальные связи. Принцип возможных (виртуальных) перемещений (доказательство). Применение принципа возможных перемещений для механизмов и для определения реакций связей статически определимых систем.

23. Принцип Даламбера-Лагранжа (общее уравнение динамики).

24. Число степеней свободы (определения, примеры). Обобщенные координаты. Обобщенные силы (определение) и способы их вычисления. Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.

25. Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода): вывод уравнений. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативной механической системы.

26. Уравнения движения механических систем в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа 2 рода): алгоритм применения (возможно на примере).

27. Колебания (особенности движения). Понятие об устойчивости равновесия (определение, примеры). Теорема Лагранжа-Дирихле об устойчивости равновесия консервативной системы. Влияние на устойчивость равновесия диссипативных сил.

28. Малые свободные колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия без учета диссипативных сил (постановка задачи, получение математической модели, анализ движения).

29. Малые свободные колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия с учетом сопротивления (постановка задачи, получение математической модели, анализ движения). Период и декремент свободных затухающих колебаний.

30. Малые вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы с учетом сопротивления и при гармонической возмущающей силе. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики. Коэффициент динамичности. Резонанс.

31. Малые свободные колебания системы с двумя степенями свободы: главные (нормальные) координаты, главные колебания. Структура потенциальной и кинетической энергии в главных координатах. Структура дифференциальных уравнений движения и их решения.