

Федеральное агентство по образованию РФ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ГОУВПО «АмГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ В.В.Проказин

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009г.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

для специальности 140106 "Энергообеспечение предприятий"

Составитель: Т.А. Луганцева

Благовещенск 2009 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
энергетического факультета  
Амурского государственного  
университета

Т.А. Луганцева

Учебно-методический комплекс дисциплины «Теоретическая механика» для студентов очной формы обучения специальности 140106 "Энергообеспечение предприятий"

- Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2009.

Учебно-методический комплекс дисциплины «Теоретическая механика» представляет собой совокупность учебно-методических документов, призванных обеспечить систематизацию содержания дисциплины, улучшение ее методического обеспечения, организацию самостоятельной работы и контроль знаний студентов.

УМКД обсужден на заседании кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники «25» ноября 2009 г. протокол № 3

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Н. Рыбалев

одобрен на заседании УМСС 140106 «Энергообеспечение предприятий»

«30» ноября 2009г. протокол №4

Председатель УМСС, зав. выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.В. Мясоедов

СОГЛАСОВАНО

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

Председатель УМС факультета

\_\_\_\_\_ Г.Н.Торопчина

\_\_\_\_\_ Н.В.Савина

© Амурский государственный университет, 2009

Федеральное агентство по образованию РФ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
**АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**(ГОУВПО «АмГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

\_\_\_\_\_ В.В.Проказин

"\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по теоретической механике

для специальности 140106 "Энергообеспечение предприятий"

курс 2, семестр 3

Лекции 36 час. Зачет 3 семестр

Практические занятия 18 час.

Самостоятельная работа 18 час.

Лекции 36 час. Экзамен 4 семестр

Практические занятия 18 час.

Курсовая работа 4 семестр - 30 час.

Самостоятельная работа 24 час.

Всего часов 180

Составитель Т.А. Луганцева, доцент

Факультет энергетический

Кафедра АППиЭ

2009 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО (регистрационный номер 214 тех/дс)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры АППиЭ  
18 июня 2009 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой А.Н. Рыбалёв

Рабочая программа одобрена на заседании УМС по направлению "Электроэнергетика" " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2009\_ г., протокол № \_\_\_\_

Председатель Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_ Г.Н. Торопчина

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2009\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Председатель УМС ЭФ

\_\_\_\_\_ Ю.В. Мясоедов

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2009\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_ Н.В. Савина

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2009\_ г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Целью данной дисциплины является изучение общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины

В результате изучения курса теоретической механики, студент должен знать основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия и движения материальной точки, твердого тела и механической системы. Знать те методы механики, которые применяются в прикладных дисциплинах, уметь прилагать полученные знания для решения соответствующих конкретных задач техники, самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели технических систем, и использовать возможности современных компьютеров и информационных технологий.

1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо при изучении данной дисциплины

"Теоретическая механика" - одна из фундаментальных естественнонаучных дисциплин физико-математического цикла. На материале теоретической механики базируются дисциплины (или разделы дисциплин) "Сопротивление материалов", "Прикладная механика", "Теория механизмов и машин", "Детали машин", "Гидравлика", а также большое число специальных инженерных дисциплин, посвященных изучению динамики и управления машин, методов расчета и эксплуатации различных машин и сооружений. Изучение теоретической механики дает также тот минимум фундаментальных знаний, на основе которых

будущий специалист сможет самостоятельно овладевать новой информацией, с которой ему придется столкнуться в производственной и научной деятельности.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Федеральный компонент

#### ЕНФ.06 Теоретическая механика:

аксиомы статики; момент силы относительно точки и относительно оси; главный вектор и главный момент системы сил; пара сил; эквивалентные пары; произвольная система сил; уравнение равновесия произвольной системы сил в пространстве и на плоскости;

кинематика точки; способы задания движения точки; теорема о скорости и ускорении точки в сложном движении; кинематика твердого тела; поступательное движение твердого тела; вращение твердого тела вокруг неподвижной оси; движение твердого тела с неподвижной точкой; произвольное движение твердого тела; теорема о проекциях скоростей; плоское движение твердого тела;

основные понятия динамики; законы механики Ньютона; дифференциальные уравнения движения; основные задачи динамики материальной точки; задача Коши; уравнение движения системы материальных точек; принцип Даламбера для системы материальных точек; метод кинетостатики;

общее уравнение динамики (уравнение Лагранжа-Даламбера); принцип возможных перемещений; кинетическая энергия механической системы; теорема Кёнига; обобщенные координаты; дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах (уравнение Лагранжа второго рода); уравнение равновесия в обобщенных координатах; потенциальное силовое поле; примеры потенциальных полей; уравнение Лагранжа второго рода для консервативных механических систем.

## 2.2. Наименование тем, их содержание и объем в лекционных часах

2.2.1. Теоретическая механика как предмет. Статика: основные понятия статики: абсолютно твердое тело, сила, равнодействующая, уравнивающая, эквивалентные и уравновешенные системы сил, силы внешние и внутренние, сосредоточенные и распределенные. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Основные виды связей: гладкая плоскость или поверхность, гибкая нить, опора на острие, шарнирно-подвижная и шарнирно неподвижная опоры, балка-консоль, скользящая заделка, подшипники и подпятники, идеальный блок.

Объем - 2 часа.

2.2.2. Система сходящихся сил. Геометрический и аналитический способ приведения системы сходящихся сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Теорема о трех силах.

Объем - 2 часа.

2.2.3. Плоская система сил. Векторный и алгебраический моменты силы относительно точки. Пара сил и ее действие на тело. Свойства пар сил.

Объем - 2 часа.

2.2.4. Приведение силы к точке, не лежащей на линии действия силы. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Основная теорема статики: понятие главного вектора, главного момента. Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия плоской системы сил.

Объем - 2 часа.

2.2.5. Расчет плоских ферм – метод вырезания узлов, метод Риттера. Три правила нулевых стержней.

Объем - 2 часа.

2.2.6. Пространственная система сил. Векторный и алгебраический моменты силы относительно оси. Приведение пространственной системы сил к

простейшему виду. Частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Инварианты пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил.

Объем 4 часа.

2.2.7. Центр параллельных сил. Центр тяжести.

Объем - 2 часа.

2.2.8. Трение скольжения. Трение качения. Равновесие при наличии трения.

Объем - 2 часа.

2.2.8. Введение в кинематику. Кинематика материальной точки. Векторный способ описания 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).

Объем – 2 часа.

2.2.9. Координатные способы описания движения:  
- прямоугольные декартовы координаты: уравнения движения и уравнение траектории, проекции, модуль и направление скорости и ускорения;  
- естественные координаты: закон движения, естественный трехгранник, модуль и направление скорости и ускорения. Частные случаи описания движений.

Объем - 2 часа.

2.2.10. Кинематика твердого тела. Поступательное движение: определение, уравнения движения, теорема, свойства поступательного движения. Вращательное движение: определение, уравнение движения, характеристики вращательного движения – угол поворота, угловая скорость и ускорение. Линейная скорость и



ускорение точки при вращательном движении – модуль и направление (формула Эйлера). Формулы Пуассона. Способы передачи вращательного движения.

Объем - 2 часа.

2.2.11. Плоское 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. Вычисление ускорений через полюс, вычисление углового ускорения.

Объем - 4 час.

2.2.12. Сферическое движение твердого тела. 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 при сферическом движении. Теорема Шаля. Уравнения движения свободного твердого тела. Распределение скоростей и ускорений свободного тела при его пространственном движении.

Объем - 2 час.

2.2.13. Общий случай движения твердого тела. Число степеней свободы. Разложение движения твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость и линейные ускорения точек.

Объем - 2 часа.

2.2.14. Сложное движение материальной точки. Определение, теоремы о соотношении скоростей и ускорений при поступательном переносном движении, теорема Кориолиса, модуль и направление кориолисова ускорения.

Объем - 2 часа.

2.2.15. 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 осей.

Объем - 2 часа.

2.2.16. 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 системах координат. Дифференциальные уравнения движения механической системы.

Объем - 3 часа.

2.2.17. Введение в динамику механической системы. Силы внешние и внутренние. 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: стержня, полого цилиндра, однородного цилиндра. Радиус инерции. Физический смысл моментов инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Осевые и полярный моменты инерции в декартовых координатах, связь между ними. Центробежные моменты инерции. Момент инерции относительно оси любого направления. Эллипсоид инерции и его физический смысл.

Объем - 4 часа.

2.2.18. Общие теоремы динамики механической системы. Теорема о движении центра масс: центр масс механической системы. Центр масс отдельных тел. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс. 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.

Объем – 3 часа.

2.2.19. Общие теоремы динамики механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых систем. Кинетическая энергия: материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела (при поступательном, вращательном и плоском движении). Работа силы: элементарная, на конечном перемещении, силы тяжести, силы трения скольжения, силы упругости. Элементарная работа момента силы. Теорема об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых систем (дифференциальный и интегральный вид). Потенциальное силовое поле и его свойства. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Объем - 4 часа.

2.2.20. Общие теоремы динамики механической системы. Теорема об изменении кинетического момента. 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 и оси. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента. Закон сохранения кинетического момента.

Объем – 2 часа.

2.2.21. Динамика поступательного и вращательного движения твердого тела. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и

плоскопараллельного движения твердого тела. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.

Объем - 2 часа.

2.2.22. 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.

Объем - 3 часа.

2.2.23. 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. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера – Лагранжа. Общее уравнение динамики.

Объем - 3 часа.

2.2.24. Обобщенные координаты скорости, ускорения и возможные перемещения. Обобщенные силы и методы их вычисления. Вывод уравнений Лагранжа второго рода из общего уравнения динамики. Функция Лагранжа. Алгоритм решения задач.

Объем - 6 часов.

2.2.25. Малые колебания. Устойчивость положения равновесия. Теорема Лагранжа – Дирихле. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы: определения, закон собственных колебаний системы, основные свойства собственных колебания, математический маятник. Свободные колебания при наличии сопротивления пропорционального скорости: определения, свойства

колебаний с сопротивлением. Вынужденные колебания при наличии сопротивления пропорционального скорости: закон колебаний, свойства вынужденных колебаний.

Объем – 6 часов.

### 2.3. Практические занятия

2.3.1. Система сходящихся сил. Решение задач [3.1.2] 2.6; 2.29; 6.3; 6.10; 2.10; 6.5.

Объем - 2 часа.

2.3.2. Плоская система сил. Сочлененные конструкции. Решение задач [3.1.2] 3.16; 4.15; 4.26; 4.28; 4.42; 3.37; 4.32; 4.33.

Объем - 2 часа.

2.3.3. Пространственная система сил. Решение задач [3.1.2] 7.11; 8.16; 8.17; 8.28.

Объем - 2 часа.

2.3.4. Центр тяжести. Трение. Решение задач [3.1.2] 9.2; 9.6; 9.10; 9.19; 5.4; 5.11; 5.21; 5.39.

Объем - 2 часа.

2.3.5. Кинематика точки. Решение задач [3.1.2] 10.2; 10.12; 12.11; 12.27.

Объем - 2 часа.

2.3.6. Поступательное и вращательное движения. Решение задач [3.1.2] 13.15; 13.17; 13.18; 14.5.

Объем - 2 часа.

2.3.7. Плоское движение. Решение задач [3.1.2] 16.31; 16.34; 18.9; 18.13; 18.23; 18.26.

Объем - 2 часа.

2.3.8. Сложное движение точки. Решение задач [3.1.2] 21.10; 22.14; 23.18; 23.27; 23.46; 23.48; 23.56.

Объем - 2 часа.

2.3.9. Сложное движение твердого тела. Решение задач [3.1.2] 24.1; 24.8; 24.12; 24.17; 25.9.

Объем - 2 часа.

2.3.10. Первая задача динамики. Вторая задача динамики. Решение задач [3.1.2] 26.2; 26.8; 26.9; 26.24; 26.26; 26.27; 27.5; 27.7; 27.17; 27.40.

Объем - 2 часа.

2.3.11. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении количества движения. Решение задач [3.1.2] 35.1; 35.4; 35.5; 35.6; 35.20; 35.21; 35.10; 28.6; 28.9; 28.12; 36.3; 36.9; 36.11.

Объем - 2 часа.

2.3.12. Теорема об изменении кинетической энергии. Решение задач [3.1.2] 30.4; 30.5; 30.11; 38.30; 38.31.

Объем - 2 часа.

2.3.13. Теорема об изменении кинетического момента. Решение задач [3.1.2] 28.4; 28.8; 37.6; 37.51; 37.56.

Объем - 2 часа.

2.3.14. Принцип возможных перемещений. Решение задач [3.1.2] 46.3; 46.8; 46.10; 46.14.

Объем - 2 часа.

2.3.15. Принцип Даламбера. Решение задач [3.1.2] 41.4; 41.8; 41.16; 41.17.

Объем - 2 часа.

2.3.16. Общее уравнение динамики. Решение задач [3.1.2]

47.13; 47.35; 47.44.

Объем - 2 часа.

2.3.17. Уравнение Лагранжа. Решение задач [3.1.2] 48.13; 48.35; 48.44.

Объем - 2 часа.

2.3.18. Малые колебания. Решение задач [3.1.2] 54.2; 54.3; 54.4; 54.5; 54.6.

Объем - 2 часа.

## 2.4. Курсовая работа

Тема курсовой работы "Статика (расчет реакций опор плоской составной фермы, плоской и пространственной составной конструкции). Динамика механической системы".

Задания на курсовую работу утверждаются кафедрой ежегодно.

## 2.5. Самостоятельная работа студентов

Расчетно-графические задания:

### 2.5.1. Статика.

2.5.1.1. С-2. Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы.

2.5.1.2. С-1. Определение реакций опор составной конструкции.

2.5.1.3. С-6. Приведение системы сил к простейшему виду.

2.5.1.4. С-7. Определение реакций опор твердого тела.

2.5.1.5. С-8. Определение положения центра тяжести тела.

### 2.5.2. Кинематика

2.5.2.1. К-1. Определение скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения.

2.5.2.2. К-2. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях.

2.5.2.3. К-3. Кинематический анализ плоского механизма.

2.5.2.4. К-7. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки.

2.5.3. Динамика

2.5.3.1. Д-1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием постоянных сил.

2.5.3.2. Д-10. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы.

2.5.3.3. Д-19. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы с одной степенью свободы.

2.5.3.4. Д – 23. Исследование свободных колебаний механической системы с одной степенью свободы.

2.6. Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний

2.6.1. Контрольная работа N 1. Защита расчетно-графических работ по разделу "Кинематика".

2.6.2. Контрольная работа N 2. Защита расчетно-графических работ по разделу "Статика".

2.6.3. Контрольная работа N 3. Защита расчетно-графических работ по разделу "Динамика".

2.7. Вопросы к зачету.

2.7.1. 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. Расчет усилий в стержнях способом Риттера. Пример.
8. Расчет фермы способом вырезания узлов. Пример.
9. Момент силы относительно точки. Вектор момента силы.
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. Трение. Равновесие при наличии трения скольжения. Угол и конус трения.
22. Трение качения.
23. Момент силы относительно оси.
24. Зависимость между моментами силы относительно оси и относительно точки на оси.

25. Приведение пространственной системы к простейшему виду. Главный вектор и главный момент.
26. Изменение главного момента при перемене центра приведения. Инварианты системы сил.
27. Случай приведения пространственной системы к одной паре.
28. Приведение пространственной системы сил к одной силе - равнодействующей.
29. Приведение системы сил к динамическому винту.
30. Условие равновесия произвольной пространственной системы сил.
31. Условия равновесия пространственной системы параллельных сил.
32. Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил.
33. Центр тяжести тела, объема, площади, линии.
34. Аналитический способ определения положения центра системы параллельных сил.

#### 2.7.2. 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. 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.
15. Углы Эйлера. Уравнения вращения твердого тела вокруг неподвижной точки.
16. Теорема о конечном перемещении твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Мгновенная ось вращения.
17. Угловая скорость и угловое ускорение при вращении тела вокруг неподвижной точки.
18. Линейные скорости и ускорения тела при сферическом движении.
19. Разложение движения свободного твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения, скорости и ускорения точек свободного твердого тела в общем случае.
20. Сложные поступательные движения.
21. Сложные вращательные движения твердого тела.

22. Приведение мгновенных поступательных и вращательных движений твердого тела.

2.8. Вопросы к экзамену.

### 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 2-ой основной задачи 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).
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 энергия. Закон сохранения полной механической энергии.
  17. Алгоритм решения задач 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. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.
  20. Принцип Даламбера для точки и механической системы. Определение главного вектора и главного момента сил инерции при различных движениях твердого тела.
  21. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

22. Классификация связей. Уравнение связей. Перемещения возможные и действительные. Вариация и дифференциал.
23. Работа силы на возможном перемещении. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Примеры определения реакций связей.
24. Принцип Даламбера – Лагранжа. Общее уравнение динамики. Алгоритм решения задач.
25. Обобщенные координаты, скорости, ускорения и возможные перемещения. Число степеней свободы.
26. Понятие обобщенной силы. Способы вычисления обобщенных сил.
27. Уравнения Лагранжа 2-го рода. Функция Лагранжа.
28. Малые колебания. Устойчивость равновесия.
27. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы: собственные и затухающие и их свойства.
28. Вынужденные колебания для систем с одной степенью свободы и их свойства.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1. Основная литература

- 3.1.1. Бутенин Н.В. и др. Курс теоретической механики: Учебник. - М.: Наука, 1985 г. Ч. 1,2 (и предыдущие издания).
- 3.1.2. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 1989 (и предыдущие издания).
- 3.1.3. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. СПб, 1999. Изд. 7-е стереотипное и предыдущие издания.
- 3.1.4. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. - М.: Наука, 1986 (и предыдущие издания).

3.1.5. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики: Учебник. - М.: Высшая школа, 1990. Ч. 1,2 (и предыдущие издания).

3.1.6. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А. Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

3.1.7. Цывицкий В.Л. Теоретическая механика. М.: Высш. школа, 2001 г.

3.1.8. Диевский В.А. Теоретическая механика. М.:Изд-во «Лань», 2005 г.

3.2. Дополнительная литература

3.2.1. Бать М.И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах: Учеб. пособие. - М.: Наука, 1984. - Ч.1 и 2 (и предыдущие издания).

3.2.2. Бражниченко Н.А. и др. Сборник задач по теоретической механике: Учеб.пособие. - М.: Судпромгиз, 1986 (и предыдущие издания).

3.2.3. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. М.: Высш. шк. 2000.

3.2.3. Расчет реакций опор и усилий в стержнях плоской составной фермы с использованием ЭВМ. Методические указания и задания к курсовой работе. Благовещенск, 1993. Каф. ТМ и СМ.

3.2.4. Определение реакций опор плоской составной конструкции. Методические указания и задания к курсовой работе. Благовещенск, 1993. Каф. ТМ и СМ.

3.2.5. Определение реакций опор пространственной составной конструкции. Методические указания и задания к курсовой работе. Благовещенск, 1995.

3.3. Перечень наглядный пособий, методических указаний и методических материалов

3.3.1. Модели механизмов.

3.2.2. Тесты.

3.3.3. Учебный видеофильм "Динамика",

3.3.4. Программы расчета на ПЭВМ.

3.3.5. Плакаты по теоретической механике.

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Но- мер не- де- ли	Номер темы	Вопросы, изучаемые на лекции	Занятия (номер)		Используемые наглядные и методические пособия	Самостоятельная работа студентов		Формы контроля
			прак- тич.	ла- бор.		Содержание	Часы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2.2.2	Сходящиеся силы.	2.3.1	-	Плакаты. Тесты. [3.1.2], [3.1.6]	2.5.1.1. Задачи типа [3.1.2] 2.6; 2.29; 2.16; 6.3; 6.10. [3.1.4] § 1-12 [3.1.3] § 1-6; § 8-11	1	
2	2.2.3	Момент силы относительно точки. Условия и уравнения равновесия плоской системы сил	2.3.2	-	Плакаты. Тесты. [3.1.2], [3.1.6]  Программы расчета на ПЭВМ	2.5.1.2. Задачи типа [3.1.2] 3.9; 3.8; 3.16; 4.26; 4.15; 4.28; 4.33; 3.37; 4.32; [3.1.3] § 12-26; [3.1.4] § 13- 18; § 20- 25; § 27- 35;	2	Сдать задание 2.5.1.1. Защита



3	2.2.5	Главный вектор и главный момент пространственной системы сил. Условие и уравнения равновесия	2.3.2	-	Плакаты. Тесты. Программы расчета на ПЭВМ.	2.5.1.3, 2.5.1.4 Задачи типа [3.1.2] 8.16; 8.17; 8.28 [3.1.3] § 42-44; § 49-51 [3.1.4] § 41-45	2	Сдать задание 2.5.1.2. Защита
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	2.2.6 2.2.7	Центр тяжести. Трение скольжения, трение качения	2.3.4	-	Плакаты. Тесты.	2.5.1.5. Задачи типа [3.1.2] 9.2; 9.6; 9.10; 9.19; 5.4; 5.11; 5.21; 5.39 [3.1.3] § 42-44; § 49-51 [3.1.4] § 41-45 ?	2	Сдать задание 2.5.1.3, 2.5.1.4 Защита
5		Контрольная работа раздел «Статика»					2	Сдать задание 2.5.1.5, Защита
6	2.2.8	Кинематика точки.	2.3.5	-	[3.1.2], [3.1.6]	2.5.2.1. [3.1.2] Задачи типа 10.2; 10.12; 12.27; 12.11. [3.1.4] § 62-77 [3.1.3] § 58-67	1	-
7	2.2.9	Кинематика твердого тела.	2.3.6	-	Модели зубчатых и фрикционных механизмов. Плакаты. [3.1.2], [3.1.6]	2.5.1.2. [3.1.2] Задачи типа № 13.14; 13.15; 13.18; 14.5. [3.1.4] § 78-84 [3.1.3] § 73-76	1	Сдать задание 2.5.2.1. Защита

8	2.2.13	Сложное движение точки.	2.3.8	-	Модели кулисных механизмов. [3.1.2], [3.1.6] Тесты.	2.5.2.4. [3.1.2.] Задачи типа № 21.10; 22.14; 22.18; 23.27; 23.46; 23.48.  [3.1.4] § 111-116 [3.1.3] § 89-92	2	Сдать задание 2.5.2.2. Защита
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	2.2.10	Плоское движение твердого тела.	2.3.7	-	Модели рычажных и зубчатых механизмов.  Программы расчета на ПЭВМ. Плакаты	2.5.2.3. [3.1.2.] Задачи типа № 15.3; 16.31; 16.34; 18.23; 18.13; 18.37; 18.26 [3.1.4] § 85-96 [3.1.3] § 77-82	2	Сдать задание 2.5.2.4. Защита
10	2.2.6	Сложные движения твердого тела.	-	-	Плакаты	Задачи типа [3.1.2] 24.1; 24.8; 24.12; 24.17; 25.9 [3.1.4] § 101-110; § 117-118;121	1	
11		Контрольная работа раздел «Кинематика»					2	
12	2.2.15	Первая и вторая основные задачи динамики точки.	2.3.10		Тесты	2.5.3.1 [3.1.2] Задачи типа 26.10; 26.16	2	

13	2.2.4	Центр тяжести. Теорема о движении центра масс и об изменении количества движения.	2.3.11		Тесты [3.1.2],[3.1.6] Видеофильм «Динамика»	Задачи типа [3.1.2] 41.3; 41.8; 46.10; 46.22; 46.27; 47.9; 47.11; 47.15; [3.1.3] § 166-168 [3.1.4 ч. 2] § 106-118	4	Сдать Задание 2.5.3.1. Защита
14 15	2.2.15	Теорема о кинетической энергии. Теорема об изменении кинетического момента.	2.3.12 2.3.13	-	Тесты [3.1.2],[3.1.6] Видеофильм «Динамика»	2.5.3.2. Задачи типа [3.1.2] 35.4; 35.10; 35.18; 36.11; 36.9; [3.1.3] § 129-130; 134-136; 138-140 [3.1.4 ч. 2] § 42-51	4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	2.2.20	Моменты инерции. Принцип Даламбера.	2.3.15	-	Тесты. Плакаты. [3.1.2], [3.1.6]	Задачи типа [3.1.2] 27.31; 27.40; 27.17. [3.1.3] § 102-105; § 133-134 [3.1.4] ч. II § 1-10;	2	Сдать задание 2.5.3.2. Защита
17	2.2.21	Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.	2.3.14 2.3.16	-	Тесты. [3.1.2], [3.1.6]	2.5.3.3. Задачи типа [3.1.2] 47.13; 47.35; 47.44 [3.1.3] § 137-141 [3.1.4] ч. II § 1-10;	4	
18	2.2.22	Уравнения Лагранжа II рода	2.3.17	-	[3.1.2], [3.1.6]	Задачи типа [3.1.2] 48.13; 48.35; 48.44 [3.1.3] § 142-146	4	

19	2.2.23	Колебания систем с одной степенью свободы	2.3.18	-	[3.1.2],[3.1.6]	Задачи типа [3.1.2] 54.2; 54.3; 54.4; 54.5; 54.6 [3.1.3] § 129-130; 134-136; 138-140 [3.1.3 ] § 42-51	2	Сдать Задание 2.5.3.3. Защита
20		Контрольная работа раздел "Динамика"					2	

***ПЛАН-КОНСПЕКТ***

Лекции по курсу «Теоретическая механика» (Третий семестр).

## **ЛЕКЦИЯ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СТАТИКИ**

2.2.1. Теоретическая механика как предмет. Историческая справка развития теоретической механики. Пространство и время в классической механике. Статика как раздел теоретической механики. Задачи статики. Модели физических тел. Основные понятия статики - абсолютно твердое тело, материальная точка, системы материальных точек. Понятие силы и способ ее изображения. Равнодействующая и уравнивающая силы, эквивалентные и уравновешенные системы сил, силы внешние и внутренние, сосредоточенные и распределенные. Системы сил. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Основные виды связей: гладкая плоскость или поверхность, гибкая нить, опора на острие, шарнирно-подвижная и шарнирно неподвижная опоры, балка-консоль, скользящая заделка, подшипники и подпятники, идеальный блок.

Объем - 2 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 2. СИСТЕМА СХОДЯЩИХСЯ СИЛ**

2.2.2. Система сходящихся сил. Геометрический и аналитический способ приведения системы сходящихся сил к простейшему виду. Силовой многоугольник. Понятие главного вектора системы сходящихся сил. Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Теоремы о трех силах.

Объем - 2 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 3. ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ. ПАРА СИЛ**

2.2.3. Плоская система сил. Векторный и алгебраический моменты силы относительно точки. Проекция силы на ось и плоскость. Пара сил и ее действие на тело. Свойства пар сил. Эквивалентность пар. Момент результирующей пары. Условие равновесия пар сил, лежащих в одной плоскости.

Объем - 2 часа.

#### **ЛЕКЦИЯ 4. ПРИВЕДЕНИЕ ПЛОСКОЙ СИСТЕМЫ СИЛ К ПРОСТЕЙШЕМУ ВИДУ**

2.2.4. Приведение силы к точке, не лежащей на линии действия силы. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Основная теорема статики. Понятие главного вектора, главного момента. Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Теорема Вариньона. Условия и уравнения равновесия плоской системы параллельных сил.

Объем - 2 часа.

#### **ЛЕКЦИЯ 5. МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИЛ**

2.2.5. Фермы. Расчет плоских ферм. Метод вырезания узлов, метод Риттера. Правила нулевых стержней. Методы расчета составных ферм.

Объем - 2 часа.

#### **ЛЕКЦИЯ 6. ПРИВЕДЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СИЛ К ПРОСТЕЙШЕМУ ВИДУ**

2.2.6. Векторный и алгебраический моменты силы относительно оси. Момент силы относительно начала координат. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Понятие главного вектора и главного момента. Частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Понятие динамического винта и центральной оси.

Объем -2 часа

#### **ЛЕКЦИЯ 7. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СИСТЕМА СИЛ, УСЛОВИЯ И УРАВНЕНИЯ ЕЕ РАВНОВЕСИЯ**

2.2.7. Инварианты пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы параллельных сил.

Объем -2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 8. ЦЕНТР СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИЛ**

2.2.8. Определение и свойства системы параллельных сил. Центр системы параллельных сил. Центр тяжести твердого тела. Способы нахождения координат центра тяжести твердых тел и плоских фигур сложной формы.

Объем - 2 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 9. РАВНОВЕСИЕ СИЛ С ТРЕНИЕМ**

2.2.9. Трение скольжения, угол и конус трения. Трение качения. Равновесие при наличии трения.

Объем - 2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 10. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

2.2.10. Кинематика как раздел теоретической механики. Задачи кинематики. Способы задания движения материальной точки. Векторный способ описания 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).

Объем - 2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 11. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

2.2.11. Координатные способы описания движения:

- прямоугольные декартовы координаты – уравнения движения и уравнение траектории, проекции, модуль и направление скорости и ускорения;

- естественные координаты – закон движения, естественный трехгранник, модуль и направление скорости и ускорения.

Частные случаи описания движений.

Объем - 2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 12. ПРОСТЕЙШИЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

2.2.12. Поступательное движение: определение, уравнения движения, теорема, свойства поступательного движения. Вращательное движение:

определение, уравнение движения, характеристики вращательного движения – угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Линейная скорость точки при вращательном движении – модуль и направление (формула Эйлера). Линейное ускорение точки при вращательном движении – модуль и направление. Формулы Пуассона. Способы передачи вращательного движения.

Объем - 2 часа

### **ЛЕКЦИЯ 13. ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЕ (ПЛОСКОЕ) ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

2.2.13. Определение плоскопараллельного движения. 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.

Объем - 2 часа

### **ЛЕКЦИЯ 14. ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЕ (ПЛОСКОЕ) ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

2.2.14. Центроиды. Вычисление ускорений через полюс, вычисление углового ускорения (графический и аналитические методы)

Объем - 2 часа

### **ЛЕКЦИЯ 15. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ**

2.2.15. Определение сферического движения, углы Эйлера, уравнения движения, теорема Эйлера – Даламбера. Мгновенная ось вращения. Аксиоиды. Угловая скорость и ускорение при сферическом движении. Кинематические уравнения Эйлера. Линейные скорости и ускорения при сферическом движении. Теорема Шаля.

Объем - 2 часа



## **ЛЕКЦИЯ 16. ДВИЖЕНИЕ СВОБОДНОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

2.2.16. Общий случай движения твердого тела. Число степеней свободы. Уравнения движения свободного твердого тела. Разложение движения твердого тела на поступательное и сферическое. Угловая скорость и угловое ускорение. Распределение скоростей и ускорений свободного тела при его пространственном движении.

Объем - 2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 17. СЛОЖНОЕ (СОСТАВНОЕ ) ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

2.2.17. Сложное движение материальной точки. Определение, теоремы о соотношении скоростей и ускорений при поступательном переносном движении. Теорема Кориолиса, модуль и направление ускорения Кориолиса.

Объем - 2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 18. СЛОЖНОЕ (СОСТАВНОЕ) ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. СИНТЕЗ ДВИЖЕНИЙ**

2.2.18. 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 осей.

Объем - 2 часа

Лекции по курсу «Теоретическая механика» (Четвертый семестр).

## **ЛЕКЦИЯ 1 - 2. ДИНАМИКА ДВИЖУЩЕЙСЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

2.2.19. Основные законы динамики материальной точки. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения точки в векторном виде, в декартовой системе координат, в естественной системе координат. Две задачи динамики материальной точки и принципы их решения. Начальные и конечные условия и их применение. Несвободное движение материальной точки.

Объем – 3 часа

## **ЛЕКЦИЯ 2 - 4. ВВЕДЕНИЕ В ДИНАМИКУ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. ГЕОМЕТРИЯ МАСС: ПОЛЯРНЫЕ, ОСЕВЫЕ И ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ МОМЕНТЫ ИНЕРЦИИ МАСС**

2.2.20. Введение в динамику механической системы. Силы внешние и внутренние. 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: однородного стержня, полого цилиндра (кольца), однородного цилиндра (диска). Радиус инерции. Физический смысл моментов инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Осевые и полярный моменты инерции в декартовых координатах, связь между ними. Центробежные моменты инерции. Момент инерции относительно оси любого направления. Эллипсоид инерции и его физический смысл.

Объем - 4 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 4 - 5. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. ТЕОРЕМА О ДВИЖЕНИИ ЦЕНТРА МАСС, ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ**

2.2.21. Общие теоремы динамики механической системы. Теорема о движении центра масс: центр масс механической системы. Центр масс отдельных тел. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс. 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.

Объем – 3 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 6 - 7 . ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. РАБОТА СИЛ И ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ**

2.2.22. Общие теоремы динамики механической системы. Кинетическая энергия: материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела (при поступательном, вращательном и плоском движении). Работа силы: элементарная, на конечном перемещении, силы тяжести, силы трения скольжения, силы упругости. Элементарная работа момента силы. Теорема об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых систем (дифференциальный и интегральный вид). Понятие о силовом поле. Эквипотенциальные поверхности (поверхности уровня). Потенциальное силовое поле и его свойства. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Объем - 4 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 8. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОГО МОМЕНТА**

2.2.23. 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 и оси. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента. Закон сохранения кинетического момента.

Объем – 2 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 9. ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

2.2.24. Динамика поступательного и вращательного движения твердого тела. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоскопараллельного движения твердого тела. Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек.

Объем - 2 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 10 - 11. ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. ПРИНЦИП ДАЛАМБЕРА**

2.2.25. 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.

Объем - 3 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 11 - 12. ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. ПРИНЦИП ЛАГРАНЖА.**

2.2.26. 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. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера – Лагранжа. Общее уравнение динамики.

Объем - 3 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 13 – 15. УРАВНЕНИЯ ЛАГРАНЖА II РОДА**

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

Объем - 6 часов.

## **ЛЕКЦИЯ 16 . КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ КОЛЕБАНИЙ. УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ. СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ.**

2.2.25. Малые колебания. Понятие об устойчивости механических систем. Теорема Лагранжа – Дирихле. Типы колебаний. Свободные колебания для систем с одной степенью свободы: определения, закон собственных колебаний системы, основные свойства собственных колебания, математический маятник.

Объем – 2 часа

## **ЛЕКЦИЯ 17. КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОДНОЙ СТЕПЕНЬЮ СВОБОДЫ.**

2.2.26. Свободные колебания при наличии сопротивления пропорционального скорости: определения, свойства колебаний с сопротивлением. Вынужденные колебания без сопротивления при гармоническом возмущении. Резонанс. Вынужденные колебания при наличии сопротивления пропорционального скорости: закон колебаний, свойства вынужденных колебаний.

Объем – 2 часа.

## **ЛЕКЦИЯ 18. КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ.**

2.2.27. Малые колебания механических систем с двумя степенями свободы. Представление кинетической и потенциальной энергии в квадратичной форме. Главные координаты и коэффициенты формы. Свойства колебаний с двумя степенями свободы.

Объем – 2 часа.

## 2.3. Практические занятия. Самостоятельная работа

### *Раздел 1. СТАТИКА*

#### Практическое занятие 1

*Тема: Система сходящихся сил.*

Цель занятия:

- знать основные понятия и аксиомы статики, связи и реакции связей;
- знать геометрический и аналитический способы определения равнодействующей системы сходящихся сил, условия равновесия плоской и пространственной системы сходящихся сил;
- знать алгоритм и уметь решать задачи на равновесие в геометрической и аналитической форме;
- уметь определять проекции силы на две взаимно перпендикулярные оси.

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.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Приведите определение понятия «сила».
2. Перечислите признаки, характеризующие силу.
3. Назовите единицы измерения силы в системах СИ, МКГСС и СГС.
4. Что называется системой сил?
5. Приведите примеры сосредоточенных и распределенных сил.
6. Что называется равнодействующей системы сил?
7. Какая сила называется уравнивающей?
8. Дайте определение внешней и внутренней силы.
9. Сформулируйте аксиому о равновесии двух сил.
10. Какие системы сил называются статически эквивалентными?
11. Назовите простейшую систему сил эквивалентную нулю.
12. В чем сущность аксиомы присоединения и исключения уравновешенной системы сил?
13. В чем физический смысл аксиомы отвердевания?
14. Сформулируйте правило параллелограмма сил.
15. Что выражает аксиома инерции?
16. Приведите формулировку аксиомы равенства действия и противодействия.
17. Что называется связью? В чем заключается сущность принципа освобождения от связей?
18. Что такое реакция связи?
19. К какому объекту приложены силы реакции?
20. Перечислите основные виды связей, для которых заранее известно направление силы реакции.
21. Назовите связи, для которых заранее известна точка приложения реакции, но не ее направление.
22. Приведите определение системы сходящихся сил.
23. Что называется главным вектором системы сходящихся сил?



24. Для какой системы сил равнодействующая и главный вектор совпадают?
25. Назовите методы определения равнодействующей системы сходящихся сил.
26. Как выражаются проекции равнодействующей системы сходящихся сил через проекции сил этой системы?
27. Назовите необходимое и достаточное условие равновесия системы сходящихся сил.
28. Что такое силовой многоугольник? Как определяется направление равнодействующей системы сходящихся сил при построении силового многоугольника?
29. Запишите условие равновесия системы сходящихся сил в векторной форме.
30. Какие задачи позволяют решать условия равновесия системы сходящихся сил?
31. Сформулируйте теорему о трех силах.
32. При каком условии три непараллельные силы, приложенные к твердому телу, уравниваются?
33. Возможно ли равновесие трех сходящихся сил, не лежащих в одной плоскости?
34. Как формулируется алгоритм решения задач статики на равновесие системы сходящихся сил?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:  
№№ 2.6; 2.10; 2.16; 2.29; 6.3; 6.5; 6.10.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

## Практическое занятие 2

*Тема: Плоская система сил. Сочлененные конструкции.*

Цель занятия:

- иметь представление о главном векторе, главном моменте, равнодействующей плоской системы произвольно расположенных сил;
- решение задач на равновесие твердого тела или системы тел, к которым приложена плоская система сил;
- решение задач на определение усилий в стержнях плоской фермы.

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.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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. 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 формулируется лемма о параллельном переносе силы?
21. Сформулируйте основную теорему статики.
22. Сформулируйте теорему Вариньона для произвольной плоской системы сил?
23. Что называется главным вектором плоской системы сил?
24. Что называется главным моментом плоской системы сил?
25. Каковы возможные случаи приведения сил, расположенных произвольно на плоскости?
26. При каком условии сила, равная главному вектору плоской системы сил, является равнодействующей этой системы?
27. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы сил.

28. Запишите три формы уравнений равновесия плоской системы сил.
29. Будет ли находиться в равновесии плоская система сил, для которой алгебраические суммы моментов относительно трех точек, расположенных на одной прямой, равны нулю?
30. Как поступают при наличии распределенной нагрузки?
31. Пусть для плоской системы сил суммы моментов относительно двух точек равны нулю. При каких дополнительных условиях система будет в равновесии?
32. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы параллельных сил.
33. Равновесие систем тел.
34. Зависимость главного момента от центра приведения.
35. Какая конструкция называется фермой?
36. В чем заключается сущность способа вырезания узлов?
37. Как формулируются леммы о нулевых стержнях?
38. В чем заключается сущность метода Риттера?
39. На основании каких соображений без вычислений можно определить стержни плоских ферм, в которых при заданной нагрузке усилия равны нулю?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:  
№№ 3.16; 3.37; 4.15; 4.20; 4.26; 4.28; 4.29; 4.32; 4.33; 4.34; 4.35; 4.70; 4.71; 4.76.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

#### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы С-2 на тему «Определение реакций опор и сил в стержнях плоской фермы» и С-3 на тему «Определение реакций опор составной конструкции».

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

#### Практическое занятие 3

Сдать расчетно-графическую работу С-2 и С-3

*Тема: Пространственная система сил. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.*

Цель занятия:

- уметь выполнять разложение силы на три взаимно перпендикулярные оси, определять момент силы относительно оси;
- иметь представление о главном векторе, главном моменте, равнодействующей пространственной системы произвольно расположенных сил;
- решение задач на равновесие твердого тела или системы тел, к которым приложена пространственная система сил;
- решение задач на приведение пространственной системы сил к простейшему виду.

Вопросы для подготовки:

1. Определение момента силы относительно оси.
2. Главный вектор и главный момент произвольной пространственной системы сил и их аналитическое определение.
3. Основная теорема статики для пространственной системы сил.
4. Зависимость главного момента от центра приведения.
5. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил.
6. Условия равновесия частных систем сил.
7. Статические инварианты.
8. Понятие о динамическом винте.
9. Приведение пространственной системы сил к динаме.
10. Частные случаи приведения системы пространственных сил к простейшему виду.
11. Теорема о моменте равнодействующей пространственной системы сил (теорема Вариньона).

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Определение момента силы относительно оси.
2. Главный вектор и главный момент произвольной пространственной системы сил и их аналитическое определение.
3. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил.
4. Условия равновесия пространственной системы параллельных сил.
5. Понятие о динамическом винте.
6. Приведение пространственной системы сил к динаме.
7. Частные случаи приведения системы пространственных сил к простейшему виду.
8. Теорема о моменте равнодействующей пространственной системы сил (теорема Вариньона).

9. Представьте момент силы относительно начала координат в виде определителя, вычислите его, интерпретируйте полученный результат. Найдите модуль и направление момента силы.
10. Сформулируйте основную теорему статики для пространственной системы сил.
11. Запишите формулы для вычисления проекций главного момента на координатные оси.
12. Каковы возможные случаи приведения произвольно расположенных сил и параллельных сил в пространстве?
13. Каковы геометрические и аналитические условия приведения пространственной системы сил к равнодействующей?
14. Сформулируйте теорему о моменте равнодействующей пространственной системы сил относительно центра и оси.
15. Сформулируйте условия равновесия системы пространственных сил.
16. Приведите векторную запись условий равновесия произвольной системы сил.
17. Запишите уравнения равновесия пространственной системы сил.
18. К какому простейшему виду можно привести систему сил, если известно, что главный момент этих сил:
  - равен нулю;
  - перпендикулярен главному вектору;
  - параллелен главному вектору.
20. По какой формуле вычисляют минимальный главный момент заданной системы сил.
21. Назовите инварианты пространственной системы сил.
22. 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?

23. 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?

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: 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; 7.3; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.9; 7.10.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы С-6 на тему «Приведение системы пространственных сил к простейшему виду» и С-7 на тему «Определение реакций опор твердого тела».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

#### Практическое занятие 4

Сдать расчетно-графическую работу С-6 и С-7

*Тема: Центр тяжести. Трение скольжения и трение качения.*



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;
- уметь определять положение центра тяжести простых геометрических фигур, составленных из стандартных профилей;
- знать зависимости для определения силы трения скольжения и силы трения качения;
- привить студентам практические навыки решения задач на равновесие при наличии трения скольжения и трения качения.

Вопросы для подготовки:

1. Понятие силы тяжести и ее точка приложения.
2. Центр параллельных сил.
3. Центр тяжести однородных плоских тел.
4. Определение силы трения скольжения.
5. Закон Амонтона –Кулона.
6. Условия равновесия при наличии трения скольжения.
7. Угол и конус трения.
8. Определение момента трения качения.
9. Условия равновесия при наличии трения качения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Почему силы притяжения к Земле, действующие на точки тела, можно принять за систему параллельных сил?
2. Что такое центр тяжести тела?

3. Что называется центром взаимно параллельных сил? Каким свойством он обладает?
4. Как определить координаты центра взаимно параллельных сил?
5. По каким формулам можно определить координаты центра тяжести однородного тела (объемного, образованного поверхностью, линейного)?
6. Запишите формулы для определения положения центра тяжести простых геометрических фигур: прямоугольника, треугольника, трапеции, половины круга, дуги окружности, кругового сектора.
7. В чем заключается метод симметрии при определении центра тяжести тела?
8. В чем заключается метод разбиения при определении центра тяжести тела?
9. 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. В чем разница между силой сцепления и силой трения?
12. Что называется конусом трения? В чем его физический смысл?
13. Что называется углом трения?
14. Запишите закон Амонтона –Кулона.
15. Как определяется момент трения качения?

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:  
4.62; 4.63; 4.65; 4.66; 4.68; 4.69; 4.70; 4.74; 4.78; 4.80; 9.2; 9.6; 9.10; 9.19.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

#### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы С-8 на тему «Определение положения центра тяжести твердого тела».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

#### Практическое занятие 5

Сдать расчетно-графическую работу С-8

*Тема 5: Кинематика точки*

Цель занятия:

- иметь 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.

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.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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 координатные 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?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№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.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

## IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы К-1 на тему «Определение абсолютной скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 6

Сдать расчетно-графическую работу К.

*Тема 6: Простейшие движения твёрдого 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.

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;  $\omega$  как вектор; размерность.
4. Угловое ускорение: определение; формула для вычисления величины;  $\varepsilon$  как вектор; размерность.

5. Классификация вращательного движения в зависимости от  $\varepsilon$ .

6. Движение точки тела:

скорость точки: векторное выражение, величина и направление;

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

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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  $0$ ,  $45$ ,  $90^\circ$ ?
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.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

#### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы К 2 на тему «Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

#### Практическое занятие 7.

Сдать расчетно - графическую работу К 2.

*Тема 7. 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.

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.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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?

#### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач: №№ 15.3; 16.31; 16.34; 16.35; 18.9; 18.13; 18.23; 18.26; 18.37

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

#### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

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

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 8.

Сдать расчетно - графическую работу К 3.

*Тема 8: 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.

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.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

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?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 22.5; 22.14; 22.15; 22.17; 23.7; 23.12; 23.18; 23.27; 23.47; 23.49.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

## IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы К 7 на тему «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в случае поступательного и вращательного переносного движения».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 9

Сдать расчетно-графическую работу К 7.

*Тема 9: 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.

Вопросы для подготовки:

1. Сложение вращений твердого тела вокруг осей, пересекающихся в одной точке. Угловая скорость результирующего движения и ее определение.
2. Пара вращений, момент пары вращений и определение скоростей точек твердого тела в том случае, когда оно участвует в паре вращений.
3. Сложение двух вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Мгновенная ось вращения и мгновенная угловая скорость результирующего движения.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 25.1; 25.5; 25.8; 25.9; 25.10; 25.13; 24.1; 24.2; 24.4; 24.16 ; 24.17.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 10

*Тема 10: Первая и вторая задачи динамики материальной точки.  
Дифференциальные уравнения движения материальной точки*

Цель занятия:

- отработка практических навыков составления и интегрирования дифференциальных уравнений движений материальной точки.

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.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ



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.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 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;

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

## IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы Д 1 на тему «Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 11

Сдать расчетно-графическую работу Д 1

*Тема 11: 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 и об изменении количества движения.

Вопросы для подготовки:

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

7. Закон сохранения количества движения.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что называют материальной системой, неизменяемой материальной системой?
2. Какие силы называют внешними силами, внутренними силами?
3. Чему равны главный вектор, главный момент, работа внутренних сил?
4. Что называют центром масс механической системы?
5. Как определяются координаты центра масс системы?
6. Может ли центр масс твердого тела находиться вне этого тела?
7. Запишите формулу для определения координат центра масс в трехмерном пространстве.
8. Из какого физического закона вытекает, что равнодействующая внутренних сил системы равна нулю?
9. Сформулируйте теорему о движении центра масс системы.
10. Сформулируйте закон сохранения движения центра масс системы.
11. В каких случаях центр масс системы движется равномерно и прямолинейно?
12. Что называется количеством движения точки?
13. Что называется элементарным импульсом силы?
14. Как определяется импульс силы за конечный промежуток времени?
15. Как формулируется теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной форме?
16. Как формулируется теорема об изменении количества движения в конечной форме?
17. Как определить количество движения системы?

18. Сформулируйте теорему об изменении количества движения системы в дифференциальной форме.
19. Как формулируется теорема об изменении количества движения системы в конечной форме?
20. Сформулируйте закон сохранения количества движения системы.
21. В каком случае количество движения механической системы не изменяется?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 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; 36.3; 36.4; 36.5;36.8; 36.9; 36.11.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 12

*Тема 12: 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.

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.
7. Частные случаи определения кинетической энергии твердого тела.
8. Работа постоянной силы на прямолинейном пути.
9. Работа силы, зависящей от координат точки.
10. Работа сил тяжести, действующих на систему.
11. Работа и мощность сил, приложенных к вращающемуся телу.
12. Работа и мощность сил, приложенных к телу при плоском движении.
13. Понятие о мощности и формулы для ее определения.
14. Теорема об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых систем.
15. Потенциальное силовое поле. Работа сил потенциального поля.
16. Понятие о потенциальной энергии.
17. Закон сохранения механической энергии.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. По каким формулам определяются полярный, осевые и центробежные моменты инерции?
2. Что называется радиусом инерции?
3. Как формулируется теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса-Штейнера)?

4. Чему равен момент инерции твердого тела относительно произвольной оси, проходящей через данную точку?
5. Как записывается тензор моментов инерции?
6. Что собой представляет эллипсоид инерции?
7. Какие оси называются главными осями инерции?
8. Какие оси называются центральными осями инерции?
9. Запишите формулы для моментов инерции однородных тел.
10. Моменты инерции некоторых однородных тел (кольцо (обод), диск (цилиндр), стержень) относительно оси.
11. Как определить кинетическую энергию абсолютно твердого тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси, плоском движении тела и сферическом движении?
12. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной форме.
13. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии точки в конечной форме.
14. Для какой системы изменения кинетической энергии не зависят от внутренних сил?
15. Понятие работы силы. Как определяется работа силы тяжести, силы упругости, силы трения скольжения, момента трения качения.
16. Что называется силовым полем?
17. Какое силовое поле называется потенциальным?
18. Чему равна работа сил, действующих на точки системы в потенциальном поле, на замкнутом перемещении?
19. Сформулируйте и запишите закон сохранения полной механической энергии.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 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.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

#### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы Д -10 на тему  
«Применение теоремы об изменении кинетической энергии к  
изучению движения механической системы».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное  
пособие /под ред. А.А.Яблонского/. - М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие  
издания).

#### Практическое занятие 13

Сдать расчетно-графическую работу Д 10

*Тема13: Общие теоремы динамики: теорема об изменении кинетического  
момента*

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач динамики механической системы, в которых используется теорема об изменении момента количества движения системы.

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.
4. Кинетический момент абсолютно твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
5. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.
6. Закон сохранения кинетического момента системы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

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?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 28.4; 28.8; 37.4; 37.5; 37.12; 37.26; 37.28; 37.43; 37.50; 37.52; 37.57; 37.58;

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. - М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 14

*Тема 13: Принцип возможных перемещений.*

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач на равновесие несвободной материальной системы при помощи принципа возможных перемещений.

Вопросы для подготовки:

1. Классификация 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.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 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. Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 15

#### *Тема 15: Принцип Даламбера*

Цель занятия:

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

Вопросы для подготовки:

1. Силы инерции и моменты сил инерции, частные случаи приведения сил инерции. Метод кинетостатики.
2. Принцип Даламбера для точки
3. Принцип Даламбера для механической системы.
4. Определение работы, совершаемой силами инерции, при различных видах движения твердого тела.

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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. Какая механическая система называется динамически уравновешенной?
8. В каком случае динамические составляющие подшипника и подпятника обращаются в нуль?

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 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.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

### Практическое занятие 16

*Тема 16: Общее уравнение динамики*

Цель занятия:

- отработка практических навыков решения задач на общее уравнение динамики материальных систем.

Вопросы для подготовки:

1. Принципы механики, используемые при выводе общего уравнения механики.
2. Принцип Даламбера – Лагранжа.
3. Общее уравнение динамики.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое число степеней свободы?
2. Какие принципы используются при получении общего уравнения динамики?
3. Как записывается общее уравнение динамики для системы, подчиненной голономным, стационарным, удерживающим и идеальным связям?
4. Как определить работу, совершаемую силами инерции при различных видах движения твердого тела?

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 47.1; 47.3; 47.4; 47.5; 47.6; 47.9; 47.11; 47.12; 47.15 47.21; 47.24.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

#### IV РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Выдача расчетно-графической работы Д19 на тему «Применение общего уравнения динамики к механической системе с одной степенью свободы».

Литература:

Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учебное пособие /под ред. А.А.Яблонского/. – М.: Высшая школа, 2004 (и предыдущие издания).

#### Практическое занятие 17

Сдать расчетно-графическую работу Д 19

*Тема 17: Уравнения Лагранжа II рода*

Цель занятия:

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

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.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

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.

## САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 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 .

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).

## Практическое занятие 18

*Тема 18: Малые колебания*

Цель занятия:

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

Вопросы для подготовки:

1. Понятие малых колебаний.
2. Устойчивость равновесия.
3. Колебания с одной степенью свободы и их свойства.
4. Колебания с двумя степенями свободы и их свойства.

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.

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач:

№№ 54.4; 54.5; 54.7; 54.8; 54.11.

Литература:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – М.: Наука, 2003 (и предыдущие издания).