

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы  
при изучении дисциплины (модуля)**

<b>Дисциплина</b>	<b>Б1.Б.21 Механика</b> <small>код, вид, тип и наименование практики по учебному плану</small>
<b>Направление подготовки</b>	<b>25.05.03 Техническая эксплуатация</b> <small>код и наименование направления подготовки /специальности</small> <b>Транспортного радиооборудования</b>
<b>Направленность(профиль)/специализация</b>	<b>Техническая эксплуатация и ремонт</b> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small> <b>радиооборудования промышленного флота</b>
<b>Разработчики</b>	<b>Каиров Т.В., ст. преподаватель</b>

Мурманск  
2019

Составитель – Каиров Таймураз Владимирович, старший преподаватель кафедры технической механики и инженерной графики Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой технической механики и инженерной графики 19 июня 2019 г., протокол № 10.

## Оглавление

<b>1. Общие организационно-методические указания .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Наименование тем и содержание самостоятельной работы .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Список рекомендуемой литературы .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Методические указания к изучению тем дисциплины .....</b>	<b>9</b>

## **1. Общие организационно-методические указания**

1.1. Самостоятельная работа проводится вне сетки расписания студентами самостоятельно на базе имеющегося библиотечного фонда и доступных электронных ресурсов на сайте МГТУ [www.mstu.edu.ru](http://www.mstu.edu.ru)

1.2. Целями самостоятельной работы являются: углубление практических навыков по изучаемым в сетке расписания вопросам и самостоятельное изучение ряда теоретических и практических вопросов, не изучавшихся на занятиях в сетке расписания.

1.3. Самостоятельная работа является неотъемлемой частью изучения дисциплины, так как общий объём её изучения в часах определяется с учётом объёма самостоятельной работы.

1.4. Важнейшим фактором успешного и эффективного проведения самостоятельной работы является её систематический и планомерный характер в соответствии с тематическим планом.

1.5. Настоящие методические указания предназначены для руководства в проведении самостоятельной работы и для оценки степени её эффективности.

1.6. В настоящих указаниях представлены темы, изучаемые студентами в процессе аудиторных занятий, а также некоторые дополнительные вопросы для более глубокого изучения дисциплины.

1.7. Дополнительные методические указания и разъяснения по конкретным вопросам могут быть получены непосредственно у преподавателя в часы индивидуальных вечерних консультаций.

## 2. Наименование тем и содержание самостоятельной работы

1. Векторный способ задания движения точки. Естественный способ задания движения точки. Траектория точки. Определение скорости и ускорения точки при различных способах задания движения. Скорость и ускорение точек тела при его поступательном движении. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Определение скоростей и ускорений точек вращающегося тела
2. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Определение скоростей и ускорений точек плоской фигуры. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела на прямую, соединяющую эти точки. Мгновенный центр скоростей (МЦС), определение его положения. Определение скоростей точек с помощью МЦС.
3. Абсолютное и относительное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Ускорение Кориолиса и его вычисление. Сложное движение твердого тела.
4. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и реакции связей. Система сил. Момент силы относительно точки как вектор, его направление и модуль.
5. Пара сил. Момент пары. Эквивалентные пары. Приведение произвольной системы сил к данному центру. Аналитические условия равновесия. Теорема Вариньона. Центр тяжести твердого тела и его координаты произвольной системы сил.
6. Динамика. Предмет динамики. Законы механики Галилея-Ньютона. Прямая и обратная задачи динамики. Относительное движение материальной точки. Свободные прямолинейные колебания материальной точки. Механическая система. Масса системы. Центр масс механической системы. Моменты инерции системы и твердого тела.
7. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Количество движения материальной точки и механической системы. Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Главный момент количеств движения системы. Теоремы об изменении количества движения точки и системы.
8. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии. Понятие о силовом поле.

Принцип Даламбера для материальной точки.

9. Классификация кинематических пар. Основные виды механизмов. Определение положений плоских многозвенных механизмов.
10. Силовой анализ механизмов. Уравнения движения механизмов. Приведение сил и масс в плоских механизмах.
11. Дифференциальное уравнение движения механизма. Установившееся движение.
12. Коэффициент неравномерности движения механизма. Определение момента инерции маховика.
13. Синтез механизмов по положениям звеньев. Статическое уравновешивание плоских механизмов.
14. Основы синтеза зацеплений. Определение основных размеров кулачковых механизмов. Этапы синтеза кулачковых механизмов.
15. Общие принципы инженерных расчетов. Силы внешние и внутренние. Определение внутренних сил, метод сечений. Эпюры внутренних сил. Понятие о напряжениях и деформациях. Закон Гука.
16. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Основные механические характеристики материалов. Напряженное состояние материала в точке. Понятие о главных напряжениях. Теории прочности.
17. Прочность и жесткость конструкции при растяжении – сжатии. Условие прочности при растяжении – сжатии.
18. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Кручение бруса круглого сечения. Условия прочности и жесткости бруса. Основные геометрические характеристики сечения. Полярный момент инерции сечения. Полярный момент сопротивления сечения
19. Напряжения в бруске при чистом изгибе. Напряжения при поперечном изгибе. Условие прочности при изгибе. Деформации при изгибе.
20. Косой изгиб. Внецентренное растяжение – сжатие.
21. Основные понятия и определения: машины, механизма, детали, узла, кинематической пары, кинематической цепи. Требования к машинам и их деталям. Основные критерии работоспособности деталей машин.
22. Соединения деталей машин. Сварные и заклепочные соединения. Их расчет. Соединения с натягом.

23. Резьбовые соединения. Классификация резьб. Геометрические параметры резьбы. Стандартные крепежные детали, болты, шпильки, гайки. Силовые соотношения в винтовой паре. Некоторые случаи расчета на прочность резьбовых соединений.
24. Шпоночные и шлицевые соединения. Расчет на прочность.
25. Механические передачи и их классификация. Основные силовые и кинематические соотношения в передачах. Фрикционные передачи, их достоинства и недостатки. Критерии работоспособности. Ременные и цепные передачи. Критерии работоспособности.
26. зубчатые передачи, их достоинства и недостатки. Классификация зубчатых передач. Элементы теории зубчатого зацепления.

### 3. Список рекомендуемой литературы

1. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики : учебник для втузов / С. М. Тарг. - Изд. 16-е, стер. ; 14-е изд., стер. ; 13-е изд., стер. - Москва : Высш. шк., 2006, 2004, 2003. - 416 с.
2. Попов, М. В. Теоретическая механика : Краткий курс : учебник для втузов / М. В. Попов. - Москва : Наука, 1986. - 336 с.
3. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / И. В. Мещерский; под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. - Изд. 49-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 447, [1] с.
4. Левитская, О.Н. Курс теории механизмов и машин / О.Н. Левитская, И.И. Левитский - М.: Высш.шк., 1978. - 269 с.
5. Теория механизмов и машин: Учеб. для втузов/ К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.; Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. - 496 с.
6. Степин П.А. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1987. – 303 с.. с ил.
7. Миролюбов И.Н. и др. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. - М.: Высш. шк., 1985. – 399 с.
8. Иоселевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С. Прикладная механика. М.: Машиностроение. 1985. – 576 с., с ил.
9. Гузенков П.Г. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1986. – 359 с., с ил.
10. Куклин Н.Г., Куклина Г.С. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1987. – 383 с.
11. Диевский, В. А. Теоретическая механика : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению подгот. "Прикладная механика" / В. А. Диевский. - Изд. 4-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 329 с.
12. Диевский, В. А. Теоретическая механика. Сборник заданий : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. обучающихся по направлению подгот. "Прикладная механика" / В. А. Диевский, И. А. Малышева. - Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 190, [1] с.



#### 4. Методические указания к изучению тем дисциплины

1. Кинематика точки, способы задания движения точки. Следует различать три способа задания движения точки: векторный, координатный (в декартовых координатах), естественный (в осях естественного трехгранника). Необходимо научиться определять скорости и ускорения точки при различных способах задания движения. Поступательное движение твердого тела, вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уяснить понятия об абсолютно твердом теле. Выявить связь между уравнением вращательного движения, угловой скоростью и угловым ускорением тела. Необходимо научиться находить скорости и ускорения точек вращающегося тела. ([1] стр. 95-126, [2] стр. 11-43, [3] стр. 98-124).

Контрольные вопросы: Что изучает кинематика? Назовите способы задания движения точки. Чем отличаются касательное и нормальное ускорения? Напишите формулы их вычисления. Назовите частные случаи движения точки. Как найти скорость и ускорение в каждом случае? Как связаны между собой различные способы задания движения точки? Дайте определение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Приведите примеры. Как найти скорость и ускорение точки вращающегося тела? Назовите частные случаи вращательного движения твердого тела. Как найти угловые скорости и ускорения в каждом случае? Как найти скорость и ускорение точки вращающегося тела в виде векторных произведений?

2. Плоское движение твердого тела. Необходимо научиться определению скоростей и ускорений точек плоской фигуры с помощью формулы Эйлера и теоремы о проекциях скоростей двух точек твердого тела на прямую, соединяющую эти точки. Уделить особое внимание нахождению мгновенного центра скоростей ([1] стр. 127-147, [2] стр. 45-71, [3] стр. 124-150).

Контрольные вопросы: Дайте определение плоского движения твердого тела. Что называют мгновенным центром скоростей? Запишите формулу, выражающую теорему о проекциях скоростей. Запишите формулу Эйлера для нахождения скорости точки. Расскажите о частных случаях нахождения мгновенного центра скоростей. Запишите формулу Эйлера для нахождения ускорения точки. Запишите свойства мгновенного центра скоростей.

3. Сложное движение точки. Необходимо научиться различать относительное, переносное и абсолютное движение точки и научиться находить соответствующие скорости. Уделить особое внимание теореме Кориолиса. ([1] стр. 155-169, [3] стр. 162-189).

Контрольные вопросы: Дайте понятие абсолютного, относительного и переносного движений точки? Что называют абсолютной скоростью точки? Дайте определение относительной скорости точки. Что называется переносной скоростью точки? Запишите теорему Кориолиса? В каких случаях кориолисово ускорение равно нулю? Как найти ускорение Кориолиса?

4. Аксиомы статики, связи и их реакции. Момент силы относительно точки. Необходимо научиться геометрическому и аналитическому способам сложения сил. Усвоить понятия проекции силы на ось и на плоскость. Не путать понятия связи и реакции связей. ([1] стр. 9-31).

Контрольные вопросы: Что называют абсолютно твердым телом? Что называют свободным телом? Дайте определение связи. Что называют реакцией связи? Сформулируйте принцип освобождаемости от связей. Приведите примеры освобождения от связей. Дайте определение момента силы относительно точки. Когда момент силы относительно точки равен нулю?

5. Пара сил. Момент пары, ее свойства. Аналитические условия равновесия. Центр тяжести твердого тела и его координаты произвольной системы сил. Обратить внимание на теорему Вариньона о моменте равнодействующей и теорему о параллельном переносе силы. Необходимо ознакомиться с планом решения задач статики. Обратить особое внимание на основную теорему статики и ее применения для упрощения систем сил. Усвоить отличие статически определимых и статически неопределимых задач. ([1] стр. 31-42, 72-77, 86-93, [3] стр. 9-57, 69-72).

Контрольные вопросы: Что называют парой сил? Назовите свойства пары сил. Запишите основную форму условия равновесия произвольной плоской системы сил. Сформулируйте теорему Вариньона. Запишите условия равновесия сходящейся системы сил. Что называется равнодействующей? Запишите геометрическое и аналитическое условие равновесия произвольной пространственной системы сил.

6. Основные законы динамики. Обратить внимание на то, что классическая механика основана на законах Ньютона. Научиться решать две задачи динамики: прямую и обратную в случаях действия одной силы: постоянной, зависящей от времени, от скорости, от положения. Выяснить роль начальных условий. Понятия механической системы. Обратить внимание на свойство внутренних сил. Выяснить роль центра масс системы. Научиться находить моменты инерции, в том числе и с помощью теоремы Гюйгенса ([1] стр. 180-201, 263-273; [2] стр. 162, 166-171; [3] стр. 210-229).

Контрольные вопросы: Запишите основной закон динамики. В чем заключается прямая и обратная задачи динамики? Какая из них является основной? Запишите дифференциальные уравнения движения точки в декартовой системе координат. Запишите дифференциальные уравнения движения точки в осях естественного трехгранника. Что называют центром масс? Запишите свойства внутренних сил. Что называют осевым моментом инерции? Приведите формулы вычисления моментов инерции в простейших случаях. Сформулируйте теорему Гюйгенса.

7. Теорема об изменении количества движения механической системы, теорема о движении центра масс механической системы. Обратить внимание на закон сохранения количества движения, импульс силы и закон сохранения движения центра масс системы. Теорема об изменении момента количества движения механической системы относительно центра и оси. Усвоить понятие кинетического момента механической системы. Обратить внимание на закон сохранения момента количества движения при вращательном движении. Изучая дифференциальное уравнение вращательного движения, усвоить роль осевого момента инерции, как меры инертности вращающегося твердого тела ([1] стр. 201-206, 273-286, 292-298, [3] стр. 287-312).

Контрольные вопросы: Что называют количеством движения механической системы?. Запишите теорему об изменении количества движения системы в дифференциальной и интегральной формах.. Сформулируйте закон сохранения количества движения механической системы в общем и частном случаях. Дайте понятие импульсу силы. Запишите теорему о движении центра масс. Сформулируйте закон сохранения движения центра масс механической системы в общем и частном случаях. Дайте определение кинетического момента механической системы относительно точки (оси)? Запишите теорему об изменении кинетического момента механической системы относительно точки

(оси). Сформулируйте закон сохранения кинетического момента механической системы в общем и частном случаях. Запишите дифференциальное уравнение вращательного движения тела. Что является мерой инертности при вращательном движении тела?

8. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и интегральной формах. Изучая кинетическую энергию точки и системы, научиться находить кинетическую энергию твердого тела при различных видах его движения. Дифференциальное уравнение поступательного движения твердого тела, дифференциальное уравнение плоского движения твердого тела. Обратит внимание на сходство основного закона динамики и теоремы о движении центра масс с дифференциальным уравнением поступательного движения твердого тела. Принцип Даламбера. Обратит особое внимание на определение динамических реакций вращающегося твердого тела. Усвоить понятие сил инерции и научиться решать задачи методом кинестатики. Потенциальное силовое поле. Уделить особое внимание закону сохранения механической энергии ([1] стр. 208-219, 301-256, [2] стр. 188, 278-288, [3] стр. 312-346).

Контрольные вопросы: Как найти кинетическую энергию механической системы? Напишите формулы, по которым можно вычислить кинетическую энергию тела при поступательном, вращательном и плоском его движении. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и интегральной формах? Как изменится формула записи теоремы для неизменяемой механической системы; для системы с идеальными связями? Запишите формулу, по которой можно найти элементарную работу силы. Запишите дифференциальное уравнение поступательного движения твердого тела. Запишите дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела. Назовите меру инерции поступательно движущегося тела. Сформулируйте принцип Даламбера для точки, для механической системы. Дайте понятие о главном векторе и главном моменте сил инерции. Как применить принцип Даламбера при поступательном, вращательном и плоском движении твердого тела?

9. Классификация кинематических пар. Следует ознакомиться с конструкцией основных кинематических пар по их рисункам в аксонометрии,

изучить их классификацию и обозначение по международным стандартам. При этом следует основное внимание уделить делению пар на высшие и низшие кинематические пары с учётом особенности их элемента. Уметь привести примеры кинематических пар с элементом в виде линии и точки. Основные виды механизмов. Следует изучить конструкции основных механизмов плоских и пространственных, их назначение передач в машинах и классификацию. Необходимо уметь дать определение специальных терминов ТММ таких как «кривошип», «шатун», «коромысло», «кулиса», «кулачѐк» и т.д. Особо следует обратить внимание на классификацию кулачковых механизмов с учётом характера замыкания между кулачком и толкателем (коромыслом). Определение положений плоских многозвенных механизмов. Основное внимание следует уделить численным методам кинематического анализа механизмов, реализуемым на ЭВМ, включая метод преобразования координат для незамкнутых кинематических цепей и метод последовательного присоединения групп Ассур при синтезе замкнутых плоских кинематических цепей. Следует ясно понимать связь между подвижностью механизма и числом обобщѐнных координат звеньев, поэтому кинематический анализ механизма следует начинать с его структурного анализа. ([4] стр. 10-14, 23-45, [5] стр. 22-32, 92-109).

Контрольные вопросы: Дайте определение звену, детали. Что называют кинематической парой? Дайте определение элементу кинематической пары. Какие кинематические пары называют высшими? Как связаны между собой подвижность и класс кинематической пары? каким классам относятся вращательная и цилиндрическая кинематические пары? Какое максимальное число степеней свободы имеет звено в пространстве? Какое максимальное число степеней свободы имеет звено на плоскости? Сколько из них вращательных и поступательных степеней свободы? Какое звено называют кривошипом, какое - коромыслом? Сформулируйте теорему Грасгофа о существовании кривошипа. Какое звено называют кулисой? Приведите примеры механизмов с низшими кинематическими парами. Дайте определение кулачку. Приведите примеры кулачковых механизмов. Дайте определение зубчатому звену. Какой зубчатый механизм называют планетарным? Приведите примеры механизмов с гибкими звеньями. Какие механизмы называют гидравлическими? Как определить класс механизма? Какой класс имеет первичный механизм (кривошип)? Запишите систему уравнений преобразования координат при относительном повороте звеньев в обычной форме. Запишите систему уравнений преобразования координат при

относительном повороте звеньев в матричной форме. Дайте определение шатунной кривой. Назовите основные этапы аналитического получения уравнения шатунной кривой на примере кривошипно-коромыслового механизма, исходя из представления о последовательном наложении двухповодковых структурных групп.

10. Силовой анализ механизмов. Уравнения движения механизмов. Приведение сил и масс в плоских механизмах. При изучении темы основное внимание следует уделить процедурам приведения масс и сил к начальным звеньям механизма, как для случая вращательного движения начального звена, так и в случае поступательного его движения. Следует уяснить энергетический смысл процедуры приведения. Необходимо рассмотреть уравнение движения механизма в энергетической форме и уяснить, что область его использования этой формы уравнения в основном связана со случаями наличия явной зависимости параметров уравнения непосредственно от обобщённых координат ([4] стр. 68-74, 80-82, [5] стр. 144-154, 156-158).

Контрольные вопросы: Дайте определение начальному звену механизма. Дайте определение приведённой массы механизма. Дайте определение приведённого момента инерции механизма. Как учитывается трение в выражениях для приведённой массы и приведённой силы? Запишите уравнение движения механизма в энергетической (интегральной) форме. Почему тормозное устройство предпочтительно устанавливать на быстроходном валу механизма? Какую зависимость называют диаграммой Виттенбауэра?

11. Дифференциальное уравнение движения механизма. Установившееся движение. Следует основное внимание уделить динамическим характеристикам приводных двигателей различного типа. Следует чётко представлять различие между жёсткой и мягкой характеристикой двигателей. Необходимо уяснить, что область использования уравнения в дифференциальной форме в основном связана со случаями явной зависимости параметров уравнения от обобщённых скоростей. Необходимо уметь составлять и решать дифференциальные уравнения движения механизмов под действием сил, порождаемых двигателями с линейными или линеаризуемыми динамическими характеристиками. ([4] стр. 74-78, 84-86, [5] стр. 154-156, 158-160).

Контрольные вопросы: Что понимают под силовой (динамической)

характеристикой двигателя? Какие силовые характеристики двигателя называют «жёсткими», какие – «мягкими»? Какие двигатели имеют «жёсткую» силовую характеристику, какие – «мягкую»? Запишите уравнение движения механизма в дифференциальной форме при постоянном приведённом моменте инерции. Что называют постоянной времени машинного агрегата? По какому закону изменяется частота вращения машинного агрегата на стадии разбега? По какому закону изменяется частота вращения машинного агрегата на стадии выбега? Всегда ли постоянна частота вращения машинного агрегата на стадии установившегося движения?

12. Коэффициент неравномерности движения механизма. Определение момента инерции маховика. Следует уяснить, что неравномерность движения механизма может быть вызвана как колебаниями сил полезного сопротивления, так и колебаниями движущих сил, действующих на звенья механизма. Однако и в том и в другом случае эффективным средством уменьшения неравномерности движения механизма являются маховики. Особое внимание следует уделить понятию избыточной работы и её связи с понятием цикла движения механизма. используя иллюстрации в учебниках следует чётко уяснить суть графоаналитического метода определения момента инерции маховика, исходя из диаграммы Виттенбауэра. ([4] стр. 82-84, [5] стр. 164-173).

Контрольные вопросы: Дайте определение коэффициенту неравномерности движения механизма. Какие значения коэффициента неравномерности характерны для машин различного типа? Что понимают под термином «избыточная работа»? Как рост момента инерции маховика влияет на коэффициент неравномерности механизма? Как оценить необходимый момент инерции маховика, исходя из диаграммы Виттенбауэра?

13. Синтез механизмов по положениям звеньев. Синтез механизмов по положениям звеньев следует рассмотреть на примере соосного кривошипно-ползунного механизма, кривошипно-ползунного механизма с дезаксиалом и кривошипно-коромыслового механизма. Особое внимание следует уделить влиянию параметров синтеза на динамику механизмов, в частности на угол давления. Следует уяснить причину жёсткого ограничения угла давления шатуна на ползун в кривошипно-ползунных механизмах. Статическое уравновешивание плоских механизмов. При изучении темы особое внимание

следует уделить обоснованию необходимости проведения уравнивания механизмов. Кроме того, следует обратить внимание на невозможность полного статического уравнивания кривошипно-ползунного механизма путём постановки противовесов на кривошип. Необходимо рассмотреть варианты полного конструктивного уравнивания кривошипно-ползунных механизмов, изложенные в рекомендованной литературе. ([4] стр. 112-117, 130-137, [5] стр. 201-225, 310-317).

Контрольные вопросы: Сформулируйте основные задачи синтеза механизмов. Изобразите структурную схему соосного кривошипно-ползунного механизма? Какое число избыточных связей имеет плоский кривошипно-ползунный механизм? Чем опасны и чем полезны избыточные связи? Предложите варианты оптимального структурного синтеза кривошипно-ползунного механизма. Почему ограничивают угол давления шатуна на ползун? К чему приводит введение дезаксиала ползуна и кривошипа? Предложите варианты оптимального структурного синтеза кривошипно-коромыслового механизма. Сформулируйте теорему Грасгофа о существовании кривошипа. С какой целью проводят уравнивание механизмов? Дайте определение статическому уравниванию механизмов? Почему невозможно полное статическое уравнивание кривошипно-ползунного механизма путём постановки противовеса на кривошип? Какие конструктивные приёмы полного уравнивания кривошипно-ползунных механизмов вы знаете? В чём заключается уточнённый метод уравнивания кривошипно-ползунного механизма по Я. Л. Геронимусу? Какие виды неуравновешенности роторов вы знаете? Как устраняется статическая неуравновешенность ротора? Какое минимальное число плоскостей коррекции необходимо использовать для моментного уравнивания ротора? Какие виды неуравновешенности устраняет динамическая балансировка? Как устроен простейший балансировочный станок?

14. Основы синтеза зацеплений. Определение основных размеров кулачковых механизмов. Этапы синтеза кулачковых механизмов. Следует обратить внимание на эквивалентность понятий зацепление и высшая кинематическая пара, таким образом, синтез зацеплений эквивалентен синтезу высших кинематических пар. При изучении темы основное внимание уделить тереме плоского зацепления, понятиям полюс и центроиды зацепления. При изучении синтеза кулачковых механизмов необходимо изучить принципы



выбора закона движения толкателя. его влияние на динамику механизма. Необходимо представлять причину ограничения угла давления со стороны кулачка на толкатель в механизмах и условие выпуклости кулачка в механизмах с тарельчатым толкателем ([4] стр. 137-141, 191-208, [5]).

Контрольные вопросы: Сформулируйте основную теорему зацепления. Докажите основную теорему зацепления. Сформулируйте теорему плоского зацепления. Дайте определение полюсу зацепления. Дайте определение центруде плоского зацепления. В чём отличие в положении полюса при внешнем и внутреннем зацеплении? С чем связано ограничение угла давления со стороны кулачка на толкатель в кулачковых механизмах? Сформулируйте понятия «жёсткий» и «мягкий» удар применительно к законам движения толкателя (коромысла) в кулачковых механизмах. Изложите основные этапы синтеза кулачковых механизмов с роликовым толкателем. Как определяют минимальный радиус ролика толкателя (коромысла) в процессе синтеза кулачкового механизма?

15. Сопротивление материалов. Предмет и задачи. Общие принципы инженерных расчетов. Силы внешние и внутренние. Определение внутренних сил, метод сечений. Эпюры внутренних сил. Понятие о напряжениях и деформациях, связь между напряжениями и деформациями, закон Гука. При изучении данной темы необходимо обратить особое внимание на основные гипотезы, лежащие в основе сопротивления материалов. Понимать, что внутренние силы вызываются внешними силами, в том числе и реакциями связей, что вычисляются внутренние силы в каждом сечении через внешние силы, действующие по одну сторону от сечения. В то же время, внутренние силы в данном сечении выражаются через напряжения, возникающие сечении ([6] стр. 4 – 22, 109 – 111, 135 – 146, [8] стр.151 – 166).

Контрольные вопросы: Сформулируйте, какие задачи решает сопротивление материалов. Какие основные допущения лежат в основе сопротивления материалов? Каким методом определяются внутренние усилия, расскажите суть этого метода. Дайте понятие об эпюрах внутренних силовых факторов. Дайте классификацию простейших случаев нагружения тела. Какие внутренние силовые факторы отличны от нуля при различных случаях нагружения? Дайте определение деформации тела. Что такое напряжение? Какое напряжение называется нормальным? Какое напряжение называется касательным? Дайте понятие о напряженном состоянии материала в точке.

Какова связь между напряжением и деформацией. Сформулируйте закон Гука.

16. Испытание материалов на растяжение – сжатие. Основные механические характеристики материалов. Обратить внимание на существование двух видов материалов – хрупких и пластичных, отличие их свойств и поведения при нагружении. Напряженное состояние материала в точке. Понятие о главных напряжениях. Теории прочности ([6] стр. 30 – 50, [8] стр. 147 – 151, 166 – 168).

Контрольные вопросы: Какие образцы используются при экспериментальном изучении механических свойств материалов при растяжении, при сжатии. Почему именно такие? Рассмотрите диаграмму растяжения образца из пластичного материала. Какие характерные точки и участки можно выделить на диаграмме? Дайте определение предела: пропорциональности, упругости, текучести, прочности. В чем заключается свойство упругости материала? Какие материалы называются пластичными, приведите пример пластичного материала? Какие материалы называются хрупкими, приведите пример? Какие величины характеризуют пластичность материала? Какие материалы называются изотропными, неизотропными, приведите пример? В чем заключается явление наклепа? Какие материалы называются однородными, неоднородными? Что такое модуль Юнга? Каков его физический смысл? Дайте определение коэффициента Пуассона. Как происходит процесс сжатия пластичного материала, что принимается при этом за предел прочности?

17. Прочность и жесткость конструкции при растяжении – сжатии. Условие прочности при растяжении – сжатии. Необходимо уяснить, что такое жесткость, почему кроме расчета на прочность необходимо проводить расчет на жесткость. При рассмотрении условия прочности, обратить внимание на допускаемое напряжение для материала, понимать как оно получается. Что такое опасное напряжение, каким оно принимается для пластичных и хрупких материалов. Что такое коэффициент запаса прочности, как он принимается ([6] стр. 22 – 29, 47 – 67, [8] стр. 160 – 166, [7] стр. 5 – 19).

Контрольные вопросы: Запишите условие прочности материала при растяжении – сжатии. Какие три типа задач можно решать с использованием условия прочности при растяжении – сжатии? Что такое жесткость

конструкции, от каких факторов она зависит при растяжении – сжатии? Что такое допускаемое напряжение, как оно определяется? Сформулируйте гипотезу плоских сечений. Как выбирается коэффициент запаса прочности?

18. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Кручение бруса круглого сечения. Условия прочности и жесткости бруса. Основные геометрические характеристики сечения. Полярный момент инерции сечения. Полярный момент сопротивления сечения ([6] стр. 83 –102, 109 – 120, [8] стр. 179 – 183, [7] стр. 60 - 75 ).

Контрольные вопросы: Сформулируйте закон Гука при сдвиге. В чем подобие формулировки закона Гука при сдвиге и закона Гука, который был введен при изучении растяжения – сжатия? Чем отличаются формулировки данного закона при растяжении – сжатии и чистом сдвиге? Расскажите о модуле упругости второго рода. Что он характеризует? Какие постоянные характеризуют физические свойства материалов? Напишите формулу связи между ними. Какие основные гипотезы лежат в основе теории кручения круглых стержней? Запишите условие прочности при кручении. Какие типы задач можно решать с помощью этого условия? Сформулируйте условие жесткости при кручении. Что называют жесткостью конструкции при кручении? Какие геометрические характеристики сечения входят в условия прочности и жесткости? Запишите формулы вычисления полярного момента инерции и полярного момента сопротивления круглого сплошного сечения, трубчатого сечения. Запишите формулу для вычисления касательного напряжения в любой точке круглого сечения.

19. Напряжения в бруске при чистом изгибе. Напряжения при поперечном изгибе. Условие прочности при изгибе. Деформации при изгибе. Обратите внимание на определения чистый изгиб, плоский поперечный изгиб. ([6] стр. 146 – 180, [8] стр. 192 –211, [7] стр. 76 – 97).

Контрольные вопросы: Что называется чистым изгибом? Какие напряжения возникают в стержне при чистом изгибе? Какие основные гипотезы используются при построении теории плоского поперечного изгиба? Что такое плоский поперечный изгиб? В каких случаях нагружения стержня возникает плоский поперечный изгиб? Какие внутренние силовые факторы возникают в сечениях стержня при плоском поперечном изгибе? Нарисуйте график

распределения нормальных напряжений по сечению стержня. Запишите условие прочности при изгибе. Какие геометрические характеристики сечения входят в эту формулу? Что такое осевой момент сопротивления сечения? Как он вычисляется? Запишите формулы для вычисления осевых моментов сопротивления для нескольких простейших сечений. Какие деформации испытывает стержень при изгибе?

20. Косой изгиб. Внецентренное растяжение – сжатие Особенности проверки прочности при данных видах нагружения. Теории прочности. Обратить внимание на находится суммарного нормального напряжения и максимального нормального напряжения при косом изгибе. Усвоить определение внецентренного растяжения – сжатии ([6] стр. 236-250).

Контрольные вопросы: В каком случае возникает косой изгиб? Как находится суммарное нормальное напряжение при косом изгибе? В каких точках сечения возникают максимальные нормальные напряжения при косом изгибе? Как расположена нейтральная ось при косом изгибе? В каком случае растяжение – сжатие называется внецентренным? Запишите условие прочности при косом изгибе. Запишите условие прочности при внецентренном растяжении – сжатии. Что характеризует радиус инерции сечения?

21. Основные понятия и определения: машины, механизма, детали, узла, кинематической пары, кинематической цепи. Требования к машинам и их деталям. Основные критерии работоспособности деталей машин ([9] стр. 6 –19, [8] стр. 6 –15, 259 – 288, [10] стр. 5 - 11).

Контрольные вопросы: Дайте определение механизма, машины, узла машины, детали, кинематической пары, кинематической цепи. Перечислите основные требования предъявляемые к машинам и их деталям. Каковы основные критерии работоспособности деталей машин? В чем заключается принципиальное отличие машины от механизма? Какую конструкцию следует считать технологичной? Какими преимуществами обладают стандартизованные детали при конструировании и выполнении ремонтных работ?

22. Соединения деталей машин. Сварные и заклепочные соединения. Их расчет. Соединения с натягом ([8] стр. 469 – 479, 485 – 500, [9] стр. 264 - 281, [10] стр. 12 - 26).

Контрольные вопросы: Какие соединения называют разъемными, неразъемными? Приведите примеры разъемных соединений, неразъемных соединений? Каковы достоинства и недостатки сварных соединений? Приведите классификацию сварных соединений? Изложите методику расчета на прочность стыковых сварных соединений? Изложите методику расчета на прочность сварных соединений внахлест? Дайте понятие о заклепочном соединении. Изложите методику расчета на прочность заклепочных соединений. Каковы достоинства и недостатки заклепочных соединений? Дайте понятие о соединении с натягом. Каковы их достоинства и недостатки?

23. Резьбовые соединения. Классификация резьб. Геометрические параметры резьбы. Стандартные крепежные детали, болты, шпильки, гайки. Силовые соотношения в винтовой паре. Некоторые случаи расчета на прочность резьбовых соединений ([8] стр. 500 –519, [9] стр. 245 – 259, [10] стр. 27 - 54).

Контрольные вопросы: Дайте понятие о резьбовом соединении. Дайте классификацию резьб по форме поверхности, на которой образуется резьба, по форме профиля резьбы, по направлению винтовой линии, по числу заходов, по назначению. Назовите основные геометрические параметры резьбы. Охарактеризуйте метрическую резьбу, ее назначение, форму профиля, основные свойства. Охарактеризуйте дюймовую резьбу, ее назначение, форму профиля, основные свойства. Охарактеризуйте трубную резьбу, ее назначение, форму профиля, основные свойства. Охарактеризуйте трапецеидальную резьбу, ее назначение, форму профиля, основные свойства. Виды стандартных крепежных деталей, область применения, конструктивные особенности. Запишите формулу для момента завинчивания (момента на ключе ). Объясните смысл входящих в нее величин. Приведите известные Вам примеры расчета на прочность резьбовых соединений.

24. Шпоночные и шлицевые соединения. Расчет на прочность ([8] стр. 523 – 530, [9] стр. 230 – 236, [10] стр. 240 - 252).

Контрольные вопросы: Опишите шпоночное соединение. Какие разновидности шпоночных соединений Вы знаете? По какому параметру подбирают шпонку? По какой формуле проводят проверочный расчет шпонки? Опишите шлицевое соединение, его достоинства и недостатки, разновидности. Опишите методику проверочного расчета шлицевого соединения.

25. Механические передачи и их классификация. Основные силовые и кинематические соотношения в передачах. Фрикционные передачи, их достоинства и недостатки. Критерии работоспособности. Ременные и цепные передачи. Критерии работоспособности ([9] стр. 21 – 32, 36 – 38, 40 – 54, 64 – 72, [10] стр. 54 – 66, 185 – 224 ).

Контрольные вопросы: Дайте определение механической передачи. Каково ее назначение, ее основные функции? Дайте классификацию механических передач. Расскажите про основные силовые и кинематические параметры механических передач. Фрикционные передачи. Их достоинства и недостатки. Область применения. Виды разрушения рабочих поверхностей фрикционных катков. Что называется вариатором? Понятие о ременной передаче. Достоинства и недостатки. Область применения ременных передач. Критерии работоспособности. Понятие о цепной передаче. Достоинства и недостатки. Область применения цепных передач. Критерии работоспособности.

26. Зубчатые передачи, их достоинства и недостатки. Классификация зубчатых передач. Элементы теории зубчатого зацепления. ([10] стр. 68 – 96, [9] стр. 77 – 99).

Контрольные вопросы: Понятие о зубчатой передаче. Классификация зубчатых передач. Изложите основные достоинства и недостатки зубчатых передач. Сформулируйте основную теорему зацепления. Что такое эвольвента окружности, каковы ее свойства? Расскажите про основные элементы и характеристики эвольвентного зацепления (начальные окружности, делительная окружность, окружной шаг зубьев, основной шаг, толщина зуба и ширина впадины, модуль зубьев, высота головки и ножки зуба). Виды разрушения зубьев и критерии работоспособности зубчатых передач