

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
Амурский государственный университет
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

МЕХАНИКА

сборник учебно-методических материалов

для направления подготовки:

- 20.03.01 «Техносферная безопасность»;
- 29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

Благовещенск, 2017

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета дизайна и технологий
Амурского государственного университета*

Составитель: Луганцева Т. А.

Механика: сборник учебно-методических материалов для направления
подготовки:

- 20.03.01 «Техносферная безопасность» - Благовещенск: Амурский гос.
ун-т, 2017;
- 29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

Рассмотрен на заседании кафедры сервисных технологий и
общетехнических дисциплин 04.09.2017 протокол № 1

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Краткое изложение лекционного материала	7
1.1 Модуль «Теоретическая механика»	7
1.2 Модуль «Теория механизмов и машин»	17
1.3 Модуль «Сопротивление материалов и детали машин»	21
2. Методические рекомендации к практическим занятиям	27
2.1 Модуль «Теоретическая механика»	27
2.2 Модуль «Сопротивление материалов и детали машин »	43
3. Методические рекомендации к лабораторным работам	49
3.1 Модуль «Теоретическая механика»	49
3.2 Модуль «Теория механизмов и машин»	55
3.3 Модуль «Сопротивление материалов и детали машин»	68
4. Методические рекомендации для самостоятельной работы	75
4.1 Модуль «Теоретическая механика»	76
4.2 Модуль «Теория механизмов и машин»	95
4.3 Модуль «Сопротивление материалов и детали машин»	98
Заключение	104

ВВЕДЕНИЕ

Под общим названием «механика» объединяется целый ряд наук, изучающих механическое движение различных материальных тел. К ним относятся, например, такие науки как теоретическая механика, изучающая механическое взаимодействие и общие законы механического движения макротел и их систем со скоростями намного меньше скорости света, теория механизмов и машин, изучающая общие вопросы движения и работы машин и механизмов; гидромеханика или гидравлика, изучающая законы движения жидкостей и тел, погруженных в жидкость; аэромеханика, изучающая законы движения газообразных тел и движение твердых тел в газе, небесная механика, изучающая движение небесных тел и т.д.

К механике относят также науки, изучающие способы расчетов различных сооружений, машин и их деталей (строительная механика, сопротивление материалов, теория колебаний, детали машин и т.д.), а также целый ряд наук, занимающихся изучением машин отдельных отраслей промышленности или специальных сооружений (подъемно-транспортные устройства, расчет и конструирование типовых машин, машин и оборудования отрасли и т.д.)

Для данной специальности дисциплина «Механика» включает в себя четыре модуля – теоретическую механику, теорию механизмов и машин, сопротивление материалов и детали машин.

В этом определении необходимо обратить внимание на два момента, которые определяют место этой науки как среди всех естественных наук, к числу которых она относится, так и среди других технических дисциплин, объединенных под общим названием «механика».

Движение, в философском смысле, – это любое изменение материи, происходящее в пространстве и во времени. Под механическим движением понимают изменение с течением времени взаимного положения материальных тел или их частей в пространстве и во времени, а также происходящие при этом силовые (механические) взаимодействия между ними. Примерами механического движения являются: в природе – движение небесных тел, колебания земной коры, воздушные и морские течения и т.д.; в технике – движение различных летательных аппаратов и транспортных средств, движение частей всевозможных двигателей, деформации различных конструкций и сооружений, движение жидкостей и газов и т.д.

Курс механики изучается в тех или иных пределах во всех высших технических вузах и, практически, на всех специальностях.

Механика изучает законы механического движения, справедливые для любых материальных тел.

Материальные тела могут быть жидкими, твердыми и газообразными. Теоретическая механика изучает законы механического движения любых (твердых, жидких, газообразных) материальных тел. Вот поэтому законы механического движения, изучаемые в курсе теоретической механики, используются во всех других технических дисциплинах, объединенных одним общим названием «механика», в самом общем смысле этого слова.

Все технические расчеты, которые выполняются при проектировании различных сооружений, при проектировании машин, при изучении полета снаряда, движения потока жидкости или газа, движения отдельных звеньев механизмов и машин, при анализе различных технологических процессов, основаны на применении законов теоретической механики.

Механика является научной базой для всей современной техники.

В одной из статей, опубликованных в книге «Теоретическая механика в высших технических вузах», академик А.Ю. Ишлинский отмечал, что «механика имеет отношение ко всем явлениям природы и творениям техники, ко всем естественным наукам. По существу, ни одно явление природы не может быть в должной мере понято без уяснения его механической стороны, и ни одно творение техники нельзя создать, не принимая в расчет те или иные законы механики».

Целью дисциплины «Теория механизмов и машин» является изучение общих методов исследования и проектирования (анализа и синтеза) типовых механизмов и их систем, необходимых для создания машин, аппаратов, приборов, автоматических устройств и комплексов, отвечающих современным требованиям эффективности, точности, надежности и экономичности. В результате изучения дисциплины, происходит формирование у обучающихся современной

научной базы, необходимой для понимания и усвоения специальных и технических дисциплин, необходимых для дальнейшего обучения и работы по специальности, общетехнических и конструкторских навыков, а также навыков эксплуатации механических систем, применяемых в конкретных отраслях производства.

Механику надо знать при расчете технологических процессов в машиностроении и в металлургии, в текстильной и легкой промышленности, при добыче полезных ископаемых и в технологических процессах пищевой промышленности, в сельскохозяйственном производстве - при обработке почвы, внесении удобрений, поливке, уборке урожая и т.д.

Механика - научная основа всех видов строительства от сооружения платин, мостов и дорог до возведения высотных зданий и высочайших башен телевидения; а также всех видов транспорта - от морских судов и железнодорожных поездов до реактивных самолетов, ракет и лунохода.

Механика составляет значительную часть науки о Земле, науки о движении воздушных масс (динамическая метеорология), о движении океанских волн, течений рек и ледников, о геологических преобразованиях земной коры, о землетрясениях (сейсмология), и вулканической деятельности.

По законам механики происходит передвижение животных по суше, полет птиц и насекомых в воздухе, плавание рыб и морских животных в воде, процесс кровообращения и движения лимфы в живом организме, процессы деления клеток и образования мускульной силы. Медицина использует механику при диагностике болезней и создании искусственных органов человеческого тела.

Механика сыграла основную роль в развитии теоретических основ воздухоплавания и теории движения ракет. Полет космических кораблей по заданным орбитам обеспечивают приборы, основанные на использовании тончайших особенностей механических явлений.

Особое значение механика приобрела, когда началась эра исследования космоса. Расчеты космических траекторий, разработки методов управления полетом представляют сложные задачи механики.

Механика – наука физико-математического цикла. Наука достаточно сложная. В ней очень тесно соединены теории – простые аксиомы и достаточно сложный математический аппарат и практика - простейшие механизмы, схемы механизмов, т.е. задачи, которые встречаются в технике, в жизни, на производстве.

В отличие от математических задач, эти задачи могут быть решены по-разному - с применением различного математического аппарата, с разной степенью точности (не с точки зрения вычислений, а с точки зрения подхода, постановки задач и с учетом или без учета трения, с учетом или без учета отдельных свойств звеньев механизма).

Умение читать чертежи, по чертежу судить о работе механизма, умение сформулировать задачу – перевести ее с обычного описательного языка на язык математики и техники – все это вызывает определенные трудности, с которыми придется встретиться и которые необходимо будет преодолеть.

Математика играла и играет исключительно важную роль в развитии механики. Основные понятия и определения, вводимые и изучаемые в курсе высшей математики, используются в курсе механики. Многие из этих понятий получают в механике новое, совершенно конкретное, физическое толкование и объяснение.

Механика наряду с математикой и физикой имеет огромное общеобразовательное значение: изучение этой дисциплины выполняет мировоззренческую функцию, развивает логическое мышление и дает понимание широкого круга явлений, относящихся к простейшей форме движения материи - к механическому движению.

Механика является научной базой современной техники, научным фундаментом инженерного образования. Поэтому глубокие и достаточно широкие знания по механике в настоящее время необходимы инженеру любой специальности.

Развитие механики продолжается и сейчас. Это объясняется, во-первых, тем, что никакая система законов не исчерпывает содержания науки; во-вторых, - для построения механики так называемых сплошных сред, кроме основных законов механики Ньютона-Галилея, требуются

дополнительные законы о поведении макрочастиц среды при деформации. А эти законы для различных сред различны и для некоторых сред неизвестны; в-третьих, развитие техники ставит перед механикой все новые и новые задачи, требующие решения. Значение и место фундаментальных физико-математических наук определяется и задачами, поставленными перед промышленностью в настоящее время.

Как в любой естественной науке, в основе механики лежат опыт, практика, наблюдения. Для анализа результатов опыта и наблюдений теоретическая механика использует математический аппарат. Но, наблюдая какое-либо явление, невозможно охватить его всем многообразием. Поэтому при изучении какого-либо явления необходимо выделить в этом явлении главное, определяющее, отвлекаясь (абстрагируясь) от того, что в этом явлении является не существенным, второстепенным.

В механике метод абстракции играет очень важную роль. Именно метод научного абстрагирования и помог изучить самые общие свойства механического движения, присущие движению любого материального тела. Все физические тела, которые нас окружают, имеют сложную структуру и множество свойств (температуру, теплопроводность, электропроводность, форму, влажность и т.п.). В задачах механики отвлекаются от всех свойств, не влияющих на решение задачи, и от свойств, которые мало влияют на решение задачи, т.е. переходят от реальных физических тел к моделям (физическим или динамическим), представляющих ту или иную степень абстракции.

Пособие предназначено для активизации самостоятельной работы студентов по изучению дисциплины «Механика». Оно охватывает темы учебной программы по дисциплине. Материал пособия разбит на модули. В каждой главе приводится следующий материал:

- цель занятия;
- вопросы по теме занятия, которые необходимо изучить перед занятием (лекционным, практическим или лабораторным работам);
- список литературы по теме;
- требования к знаниям, умениям и навыкам по теме занятия (лекционным, практическим или лабораторным работам);
- краткие теоретические сведения;
- методические указания к решению задач;
- список задач и расчетно-графических работ для самостоятельного решения из известных сборников задач;
- методические указания для выполнения лабораторных работ;
- вопросы для самоконтроля.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Модуль «Теоретическая механика»

ЛЕКЦИЯ 1

Тема: Введение в статику.

Цель лекции: структурный анализ курса теоретической механики. Знакомство с видами связей и их реакциями, используемых при преобразовании систем сил и определение силового взаимодействия тел.

План лекции:

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

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

Аксиомы статики:

- аксиома 1 – Принцип инерции;
- аксиома 2 – Принцип равенства двух сил;
- аксиома 3 – присоединения и исключения взаимоуравнивающих сил;
- аксиома 4 - определяет правило сложения двух сил (правило параллелограмма, правило «силового» треугольника);
- аксиома 5 – Принцип действия и противодействия;
- аксиома 6 – о равновесии деформируемого абсолютно твердого тела (о затвердевании).

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

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление о способах описания силового взаимодействия материальных тел;

знать:

- основные понятия и аксиомы статики;
- связи и реакции связей;

уметь:

показать на расчетных схемах силовое взаимодействие с окружающими телами, используя принцип освобождаемости от связей.

Библиографический список

1. Луганцева, Т. А. Введение в статику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Н. М. Ларченко ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. - 89 с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/2828.pdf
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416 с. Глава 1, §1, 2, 3.
3. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика: учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М. : КноРус, 2011. - 765 с. Глава 1, §1, 2, 3.
4. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр.РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 1, §1.1.1, 1.1.2, 1.1.3

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- акцентировать внимание на свойствах основного понятия статики – силы как векторной величины и правильного выбора объекта рассмотрения (динамической модели) в данной задаче.
- выполнить тестовые задания по данным темам.

ЛЕКЦИЯ 2

Тема: Частные виды силовых систем. Система сходящихся сил. Плоская и пространственная системы сил.

Цель лекции: Знакомство с системой сходящихся сил и способами ее приведения к простейшему виду. Определение моментов сил относительно точки и оси. Знакомство с плоской и пространственной системами сил и способами их приведения к простейшему виду. Определение условий и уравнений равновесия плоской и пространственной систем сил.

План лекции:

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

Обозначение момента силы относительно точки. Моментная точка. Плоскость действия силы. Векторный и алгебраический момент силы относительно центра. Теория пар сил. Момент пары сил. Эквивалентность пар сил. Свойства момента пары сил. Момент результирующей пары сил. Условия равновесия плоской системы пар сил. Векторный и алгебраический момент силы относительно оси. Момент силы относительно начала координат. Теорема Вариньона. Приведение силы к точке, не лежащей на линии действия силы. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Основная теорема статики (теорема Пуансо): понятие главного вектора, главного момента. Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду. Аналитические условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Равновесие системы сочлененных тел. Равновесие частично закрепленного тела. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Частные случаи приведения пространственной системы сил к простейшему виду. Аналитические условия и уравнения равновесия пространственной системы сил. Динамический винт. Инварианты пространственной системы сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы параллельных сил.

Изучив тему, студент должен:

иметь представление:

- о способах преобразования систем сходящихся сил и способах решения задач на равновесие тел, находящихся под действием таких систем сил;
- о моменте силы относительно точки и оси;
- о паре сил и моменте пары;
- об основной теореме статики;
- о главном векторе и главном моменте;
- о возможности упрощения плоской системы сил;
- о способах расчета равновесия тел, находящихся под действием плоской системы сил;
- о возможности упрощения пространственных систем сил;
- о способах расчета равновесия тел, находящихся под действием пространственной систем сил.

знать:

- способы преобразования системы сходящихся сил к простейшему виду;
- основные методы исследования равновесия систем сходящихся сил, (включая составление уравнений равновесия и решение данных уравнений), важнейших (типовых) алгоритмов такого исследования;
- формы условий равновесия сходящейся системы сил;
- определение моментов силы относительно точки и оси;
- способы приведения плоской системы сил к простейшему виду;
- классифицировать статически определимые и статически неопределимые системы тел;
- акцентировать внимание на частных случаях приведения плоских систем сил;
- способы приведения пространственной системы сил к простейшему виду;
- акцентировать внимание на частных случаях приведения пространственных систем сил.

Библиографический список

1. Луганцева, Т. А. Геометрическая статика. Система сходящихся сил [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т. А. Луганцева; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 95 с.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6938.pdf

2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава II §4, 5, 6; 7; Глава III §8, 9, 10; Глава VII §28, 29, 30; Глава V, §14, 15, 16, 17, 18; Глава VII, §28, 29, 30.

3. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М. : КноРус, 2011. - 765 с. Глава II §4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11; Глава III §13, 14, 15, 16, 17, 18; Глава IV, §19, 20, 21, 22, 23, 24, 25; Глава V §26, 27, 28, 29, 30, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47; §26, 27, 28, 29, 30, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47.

4. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр.РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 1, §1.2.1, 1.2.2, 1.2.3, 1.2.4, 1.3.1, 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.5; §1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 1.4.4, 1.4.5.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- акцентировать внимание на умении использовать теорему о трех силах;
- овладеть графическими и аналитическим методом определения равнодействующей системы сходящихся сил;
- овладеть методом определения главного вектора и главного момента плоской и пространственной систем сил;
- овладеть методами использования условий и уравнений равновесия соответствующей системы сил;
- выполнить расчетно-графические работы по соответствующей теме;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить тестовые задания по данной теме.

- акцентировать внимание на свойствах момента силы относительно точки и оси.

ЛЕКЦИЯ 3

Тема: Введение в кинематику. Кинематика точки.

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

План лекции:

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

Изучив тему, студент должен:

иметь представление иметь представление о геометрии движения материальной точки и ее кинематических характеристиках;

знать:

- способы задания движения точки;
- скорость точки;
- ускорение точки;
- акцентировать внимание на отличии понятия дуговая координата и пройденный путь;
- акцентировать внимание на условиях выбора способов задания движения точки;

Библиографический список

1. Луганцева, Т. А. Кинематика точки [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т. А. Луганцева ; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 93 с.
Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6679.pdf.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава IX, §36, 37, 38, 39, 40, 42, 43,44 .
3. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011. - 765 с. Глава VII §62, 63, 64, 65; Глава VIII §66, 67, 68, 69; Глава IX §70, 71, 72, 73, 74,77.
4. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр.РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 2, §2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы;
- ответить на контрольные вопросы.

ЛЕКЦИЯ 4

Тема: Простейшие движения абсолютно твердого тела. Плоскопараллельное движения твердого тела.

Цель лекции: исследование простейшего движения абсолютно твердого тела. Знать, как выделить простейшие движения из множества движений абсолютно твердого тела. Показать проблемы, которые должны быть решены при изучении простейших движений. Исследование плоского движения. Научиться определять скорость любой точки тела как сумму двух скоростей. Научиться определять положение мгновенного центра скоростей. Показать проблемы, которые должны быть решены при изучении плоскопараллельного движения.

План лекции:

Поступательное движение: определение поступательного движения. Примеры поступательного прямолинейного движения. Примеры поступательного криволинейного движения. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях тела при поступательном движении - путь решения этой задачи. Вращение тела относительно неподвижной оси. Признаки вращательного движения. Характеристики вращательного движения тела угол поворота тела, угловая скорость и угловое ускорение, их среднее значение и значение в данный момент времени. Определение скорости любой точки. Формула Эйлера: ее модуль и направление. Эпюра скоростей точек одного радиуса. Эпюра скоростей точек кривошипа и определение угловой скорости кривошипа по скорости одной из его точек. Определение ускорений любой точки тела. Формула Ривальдса. Эпюра ускорений точек одного радиуса (эпюра ускорений точек кривошипа и определение угловой скорости и углового ускорения кривошипа по заданному ускорению одной из его точек). Формулы Пуассона, их физический смысл. Способы передачи вращательного движения. Передаточное отношение. Определение плоского движения. Примеры плоского движения. Разложение движения плоской фигуры на два движения. Независимость угловой скорости и углового ускорения фигуры от выбора полюса. Определение скорости любой точки фигуры как суммы двух скоростей. Теорема о проекциях скоростей. Определение мгновенного центра скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры и точек звеньев плоского механизма с помощью МЦС. Определение ускорения любой точки фигуры при ее движении в плоскости через полюс. Определение ускорений точек звеньев плоского механизма и угловых ускорений звеньев.

Изучив тему, студент должен:

иметь представление:

- о способах преобразования простейших движений твердого тела и чем эти преобразования могут быть реализованы;
- о законе плоского движения тела, разложения движения на поступательное вместе с полюсом и вращение вокруг полюса;

знать:

- законы поступательного и вращательного движения твердого тела;
- кинематические характеристики тела и отдельных его точек в случае вращательного движения;
- траектории точек тела;
- акцентировать внимание на особенностях расчета при внутренних и внешних зацеплениях рядовой зубчатой (или фрикционной) передачи, а также передачах движения при помощи промежуточного звена (ременных или цепных) и специфики задач, требующих их применения;
- формулы для определения скоростей и ускорений точек тела, совершающего плоское движение;

- способы нахождения мгновенного центра скоростей (МЦС);
- акцентировать внимание на отличиях понятий поступательное и мгновенно-поступательное движение и двух способах решения задач по определению скоростей точек тела, совершающего плоское движение.

Библиографический список

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава X §48, 49, 50, 51; Глава XI §52, 54, 55, 56, 58, 59.
2. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011. - 765 с. Глава X §78, 79, 80, 81, 81; Глава XI §85, 86, 87, 90, 96, 97, 98, 100.
3. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр.РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 2, §2.2.1, 2.2.2, 2.3.3; Раздел 2, §2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7.
4. Луганцева Т. А. Плоскопараллельное движение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т. А. Луганцева ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 104 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3122.pdf

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить расчетно-графические работы по теме;
- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы;
- ответить на контрольные вопросы.

ЛЕКЦИЯ 5

Тема: Сложное движение точки.

Цель лекции:

Исследование сложного движения точки. Овладение навыками разбиения сложного движения точки на относительное, переносное и абсолютное движение точки, понимания физической сущности и математической зависимости ускорения Кориолиса.

План лекции:

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

Изучив тему, студент должен:

иметь представление о траекториях, скоростях и ускорениях абсолютного, относительного и переносного движений;

знать:

- способы нахождения кинематических характеристик точки;
- формулы для расчета ускорения Кориолиса;
- правило Жуковского;
- частные случаи сложного движения точки;
- акцентировать внимание на взаимном влиянии переносного и относительного движений и особенностях расчета, если переносное движение – поступательное.

Библиографический список

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава XIII §64, 65, 66.
2. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011. - 765 с. Глава XIV §111, 112, 113, 114.

3. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр.РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 2, §2.6.1, 2.6.2, 2.6.3, 2.6.4, 2.6.5.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы.

ЛЕКЦИЯ 6

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

Цель лекции:

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

План лекции:

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

Изучив тему, студент должен:

иметь представление

об инерциальной системе отсчета и двух задачах динамики материальной точки;

знать:

- математическую запись второго закона Ньютона;
- акцентировать внимание на границах применимости законов Ньютона;
- дифференциальные уравнения движения материальной точки при разных способах задания ее движения;
- основы динамики относительного движения точки.

Библиографический список

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 142 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf

2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава XV §73, 74, Глава XVI §77, 78, 79, 82.

3. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011. - 765 с. Часть 2. Глава I §1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

4. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр.РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 3, §3.1.1, 3.1.2, 3.1.3.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить домашнее задание по теме;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить тестовые задания по динамике, касающиеся данной темы.

ЛЕКЦИЯ 7 - 8

Тема: Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы.

Цель лекции:

Получить представление о геометрии сечений. Уяснить физический смысл моментов инерции. Иметь представление о понятии «центр масс». Определение параметров движения с помощью теоремы о движении центра масс. Научиться применять закон сохранения движения центра масс к решению практических задач. Иметь представление о понятиях «количество движения», «импульс силы». Определение параметров движения с помощью теоремы об изменении количества движения. Применение закона сохранения количества движения к решению практических задач. Иметь представление о моменте количества движения относительно точки и оси. Иметь представление о кинетическом моменте механической системы и кинетическом моменте относительно оси вращения. Усвоение основных понятий, определений и законов, используемых для описания движения на основании законов изменения и сохранения момента количества (кинетического момента) и моментов действующих сил. Определение параметров движения с помощью теоремы об изменении кинетического момента. Применение закона сохранения кинетического момента. Иметь представление о кинетической энергии материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела. Иметь представление о работе силы при прямолинейном и криволинейном движении, о мощности полезной и затраченной. Определение параметров движения с помощью теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальном и интегральном виде.

План лекции:

Введение в динамику механической системы. Силы внешние и внутренние Моменты инерции материальной точки относительно полюса, оси и плоскости. Моменты инерции системы материальных точек, относительно полюса, оси и плоскости. Моменты инерции абсолютно твердого тела относительно полюса, оси и плоскости. Моменты инерции однородных тел. Радиус инерции. Физический смысл моментов инерции. Осевые моменты инерции в декартовых координатах. Полярный момент инерции в декартовых координатах. Связь между осевыми и полярными моментами инерции. Центробежные моменты инерции. Главные оси инерции. Теорема Гюйгенса – Штейнера (теорема о моментах инерции относительно параллельных осей). Момент инерции относительно оси любого направления. Тензор инерции. Эллипсоид инерции и его физический смысл. Общие теоремы динамики механической 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 в дифференциальном и интегральном виде. Векторный момент количества движения материальной точки относительно полюса: алгебраическое значение, направление вектора. Момент количества движения материальной точки относительно оси. Момент количества движения относительно начала координат. Кинетический момент механической системы относительно точки. Кинетический момент механической системы относительно оси. Кинетический момент вращающегося тела относительно оси вращения. Основное дифференциальное уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела. Теорема об изменении кинетического момента. Закон сохранения кинетического момента. Кинетическая энергия материальной точки, механической системы и твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении абсолютно твердого тела. Теорема Кёнига. Работа силы: элементарная, на конечном перемещении, силы тяжести, силы трения скольжения, силы упругости. Элементарная работа момента силы. Мощность силы. Теоремы об изменении кинетической энергии точки и механической системы (дифференциальный и интегральный вид). Изменяемые и неизменяемые механические системы. Потенциальное силовое поле и его свойства. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Изучив тему, студент должен:**иметь представление:**

- о внешних и внутренних силах, действующих на механическую систему, свойствах

главного вектора и главного момента всех внутренних сил системы, о моментах инерции твердого тела и радиусе инерции, центробежных моментах инерции, эллипсоиде инерции;

- об исследовании динамики материальной точки и механической системы с помощью теорем об изменении количества движения материальной точки и механической системы;

- о моменте количества движения точки и кинетическом моменте механической системы относительно центра и оси, их связи с действующими на материальную точку или механическую систему силами;

- о способах вычисления работы, мощности, кинетической энергии, как на элементарном, так и на конечном перемещениях

знать:

- определение центра масс системы;

- меру инертности твердого тела при его вращательном движении;

- теорему о моментах инерции твердого тела относительно параллельных осей;

- моменты инерции однородных тел относительно осей, проходящих через их центры и являющихся осями симметрии;

- теорему о движении центра масс механической системы;

- акцентировать внимание на законе сохранения движения центра масс системы и иллюстрациях этой теоремы;

- теорему об изменении количества движения в дифференциальной и конечной формах;

- применение теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы к решению задач;

- акцентировать внимание на следствиях из теорем об изменении количества движения материальной точки и механической системы;

- формулы для определения момента количества движения относительно центра и оси;

- математическую запись теоремы об изменении момента количества движения материальной точки относительно центра и оси;

- следствие из теорем (законы сохранения);

- формулу для определения кинетического момента механической системы относительно центра и оси;

- математическую запись теоремы об изменении кинетического момента механической системы относительно центра и оси;

- акцентировать внимание на границах применимости законов сохранения кинетического момента, кинематической интерпретации теоремы об изменении кинетического момента механической системы относительно центра;

- определение элементарной работы и ее аналитическое выражение;

- работу силы на конечном перемещении;

- понятие мощности силы и мощности момента силы;

- формулы для вычисления кинетической энергии материальной точки и механической системы;

- теорему об изменении кинетической энергии точки и механической системы в дифференциальной и интегральной форме;

- акцентировать внимание на умении определять вид движения, совершаемого телами системы, связи скоростей тел, умении правильно определить работы сил;

Библиографический список

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амурского гос. ун-та, 2011. - 142 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf

2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава XXI §101, 102, 103, 104, 105; Глава XXII §106, 107, 108; Глава XXIII §110, 111, 112; Глава XIV §115, 116, 117; Глава XXV §121, 122, 123, 126, 127.

3. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011. - 765 с. Часть 2. Глава VI §32, 34, 35, 36, 37, 38, 39; Глава VII §42, 43; Глава VIII §46, 47, 48, 50, 52; Глава IX §53, 54, 55, 56, 57;

4. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс»,2012. -303 с. Раздел 3, §3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.3.2.3; §3.2., 3.2.2.1, 3.2.2.2; Раздел 3, §3.3.3, 3.3.3.1, 3.3.3.2, 3.3.3.3, 3.3.3.4; Глава X §58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69; Глава XI §72, 74.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить тестовые задания, касающиеся данной темы.

ЛЕКЦИЯ 8-9

Тема: Аналитическая механика. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Принцип Лагранжа. (Принцип возможных перемещений, принцип возможных скоростей). Общее уравнение динамики

Цель лекции:

Получить представление о силах инерции и моментах сил инерции для решения практических задач. Усвоение основных понятий, определений и положений для описания динамики уравнениями по виду аналогичными уравнениям статики. Получить представление об аналитических связях, перемещениях возможных и действительных. Усвоение основных понятий, определений и законов, используемых для описания поведения материальной точки, абсолютно твердого тела, системы материальных точек или тел (независимо от того находятся ли они в состоянии движения или покоя) Изучение принципа Лагранжа, принципа Даламбера – Лагранжа, общего уравнения динамики. Усвоение основных понятий, определений и навыков, позволяющих применять общее уравнение динамики к решению задач.

План лекции:

Принцип Даламбера для материальной точки. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор сил инерции. Главный момент сил инерции. Частные случаи приведения сил инерции: при поступательном движении, при вращательном движении вокруг центра масс, при вращении вокруг произвольной оси, при плоском движении, при равномерном вращении однородного стержня. Метод кинетостатики. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки. Переносная и кориолисова силы инерции. Аналитические связи: односторонние и двухсторонние, кинематические и геометрические, стационарные и нестационарные, голономные и неголономные, идеальные и неидеальные. Вариация и дифференциал. Перемещения возможные и действительные. Виртуальная работа силы. Постулат идеальных связей. Принципы Лагранжа: принцип возможных перемещений, принцип возможных скоростей. Применение принципа возможных перемещений к определению реакций связей. Общее уравнение динамики.

Изучив тему, студент должен:

иметь представление:

- о силах инерции, о применении принципа для несвободной механической системы, о достоинствах и недостатках этого принципа;
- о другом способе подхода к решению задач;

знать:

- сущность принципа Даламбера;
- силы инерции для разных форм движения;
- акцентировать внимание на том, что приложение силы инерции к точке является лишь условным приемом, сводящим задачу динамики по форме решения к задаче статики (в действительности сила инерции материальной точки приложена не к ней, а к телу, сообщаемому

точке ускорение);

- возможные перемещения;
- особенности идеальных связей;
- сущность принципа возможных перемещений;
- акцентировать внимание на отличии реальных перемещений от возможных (виртуальных);
- формулировку общего уравнения динамики;
- математическую запись общего уравнения динамики.

Библиографический список

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 142 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf

2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ - М.: Высшая школа, 2006. – 416с. Глава XXVII §133, 134, 136; Глава XXVIII §137, 138, 139, 141.

3. Яблонский А. А. Курс теоретической механики [Текст]: статика, кинематика, динамика : учеб. / А. А. Яблонский, В. М. Никифорова. - 16-е изд., стер. - М.: КноРус, 2011. - 765 с. Часть 2. Глава XV §106, 108, 109, 110; Глава XVII §113, 114, 115, 116; Глава XVIII §117, 118.

4. Васько Н.Г. Теоретическая механика: Учебник. Рек. Мин. обр. РФ / Н.Г.Васько, В.А.Волосухин и др.– «Феникс», 2012. -303 с. Раздел 3, §3.4, 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3; §3.5, 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе.
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить тестовые задания, касающиеся данной темы.

1.2 Модуль «Теория механизмов и машин»

ЛЕКЦИЯ 1 -2

Тема: Механизмы с низшими кинематическими парами: механизмы и машины; структурный анализ механизмов. Структурный анализ механизмов.

Цель лекции:

Ознакомление с основными видами механизмов и машин и методами исследования механизмов с низшими кинематическими парами. Понятие о структурном анализе и синтезе.

План лекции

Введение. Основные цели и задачи теории механизмов и машин. Основные этапы проектирования, характеристики и требования, предъявляемые к машинам и механизмам. Краткая историческая справка. Место дисциплины в системе подготовки бакалавра. Инженерное проектирование. Основные этапы процесса проектирования. Методы проектирования. Машинный агрегат и его составные части. Классификация машин: машины, аппараты приборы, классификация машин по назначению. Механизмы и их виды. Характеристики и требования, предъявляемые к машинам и механизмам. Классификация механизмов. Методы исследования механизмов. Элементы механизмов. Звенья, кинематические пары и кинематические цепи. Классификация кинематических пар. Основные структурные формулы. Ознакомление с методами исследования механизмов с низшими кинематическими парами. Структурная классификация механизмов по Ассур-Артоболовскому. Первичный механизм и структурные группы. Структурные группы Ассура и их классификация. Структурный анализ механизма. Подвижности и связи в механизме. Понятие об избыточных связях и местных подвижностях. Рациональная структура механизма. Методы определения и устранения избыточных связей и местных подвижностей. Замена высших кинематических пар низшими кинематическими парами.

Изучив данные темы, студент должен:

- иметь представление** о технической системе машины;
- знать:**

- элементы, общие для всех механизмов;
- классификацию машин по назначению;
- классификацию механизмов;
- классификацию звеньев;
- классификацию кинематических пар;
- структурные формулы;
- схемы наиболее распространенных механизмов;
- структурную классификацию механизмов по Ассуру-Артоболовскому;

уметь:

- показать на структурных схемах кинематические пары;
- назвать звенья, из которых состоит механизм;
- определить степень подвижности механизма;
- произвести замену высших кинематических пар низшими;
- произвести структурный анализ механизмов с низшими и высшими кинематическими парами;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным темам.

ЛЕКЦИЯ 3

Тема: Синтез механизмов. Оптимизация при синтезе.

Цель лекции:

Ознакомление с основными этапами синтеза механизмов. Ознакомление с методами оптимального синтеза.

План лекции

Критерии метрического синтеза. Условия проворачиваемости звеньев механизма. Качественные показатели рычажных механизмов. Оптимизация при синтезе механизмов.

Метрический синтез типовых рычажных механизмов. Этапы синтеза. Структурный и метрический синтез. Цель и задачи метрического синтеза механизмов. Методы метрического синтеза механизмов. Критерии метрического синтеза. Условия проворачиваемости звеньев механизма. Качественные показатели рычажных механизмов: коэффициент полезного действия, ход механизма, понятие о коэффициенте неравномерности средней скорости, угле давления и передачи в рычажных механизмах. Частные задачи синтеза: четырехшарнирный механизм - синтез по k_v и синтез по двум положениям выходного звена; кривошипно-ползунный механизм - синтез по k_v , по средней скорости ползуна, по двум положениям выходного звена; кулисный механизм - по рабочему перемещению выходного звена (для четырехзвенного механизма), по коэффициенту k_v (для шестизвенного механизма). Оптимизация при синтезе рычажных механизмов. Синтез механизма по заданной функции положения.

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление о синтезе типовых рычажных механизмов;

знать:

- цель и задачи синтеза механизмов;
- этапы синтеза;
- критерии метрического синтеза;
- методы оптимизации при синтезе механизмов;

уметь:

- обосновать по каким критериям проводится синтез механизмов.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;

- ответить на контрольные вопросы;

ЛЕКЦИЯ 4-5

Тема: Динамический анализ технических систем.

Цель лекции:

Ознакомление с методами динамического анализа машинного агрегата.

План лекции

Цели и задачи динамического анализа механизмов. Динамические параметры машины и механизма. Понятие цикла движения механизма, рабочий и холостой ход. Прямая задача динамики машин. Понятие о динамической модели машины с одной степенью свободы. Методы обеспечения эквивалентности динамических моделей. Понятие цикла движения механизма. Рабочий и холостой ход. Приведение сил, масс и моментов инерции. Звено приведения. Уравнения движения динамической модели. Параметры динамической модели: - приведенный суммарный момент инерции механизма и - приведенный суммарный момент внешних сил. Режимы движения машины. Режим движения пуск-останов. Установившийся режим движения машины. Неравномерность движения и методы ее регулирования. Коэффициент неравномерности. Маховик и его роль в регулировании неравномерности движения. Решение задачи регулирования хода машины по методу Н.И.Мерцалова. Алгоритм решения прямой задачи динамики при установившемся режиме движения машины. Учет характеристик двигателя при определении закона движения механизма. Динамические ошибки.

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление о целях и задачах динамического исследования механизмов;

знать:

- динамические модели, описывающие поведение механических систем;
- порядок приведения масс и моментов инерции;
- физический смысл звена приведения;
- режимы движения машинного агрегата;
- методы снижения неравномерности хода машины при установившемся движении;

уметь:

- провести кинетостатическое исследование механизма.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить домашнее задание по теме;
- ответить на контрольные вопросы;

ЛЕКЦИЯ 6

Тема: Колебания в машинах. Вибрации.

Цель лекции:

Ознакомление с методами защиты машинного агрегата от вибраций.

План лекции

Колебания в машинах. Причина появления колебаний. Вибрация и ее виды. Причины возникновения вибрации. Понятие о неуравновешенности звена и механизма, статической и динамической уравновешенности механической системы. Статическое уравнивание рычажных механизмов. Метод замещающих масс. Полное и частичное статическое уравнивание механизма. Ротор и виды его неуравновешенности: статическая, моментная и динамическая. Балансировка роторов при проектировании. Виброзащита машин и механизмов. Методы виброзащиты. Подрессоривание и виброизоляция. Динамическое гашение колебаний. Защита механических систем от вибраций: уравнивание, балансировка. Виброзащитные устройства: динамический гаситель, виброизолятор, демпфирование. Основные характеристики и область применения приводов. Выбор типа привода. Динамика механизмов с гидроприводом. Типовая схема объемного гидропривода, уравнение движения. Динамика механизмов с пневмоприводом. Безразмерное уравнение движения механизмов с пневмоприводом.

Характеристики электроприводов: идеальная, статическая, динамическая. Уравнение движения машинного агрегата с учетом характеристики двигателя.

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление:

- о колебаниях в машинах.
- о методах виброзащиты;

знать:

- причины появления колебаний в машинах;
- вибрации и причины ее возникновения

уметь:

- обосновать проведение виброзащиты машинного агрегата.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;

ЛЕКЦИЯ 7-8

Тема: Механизмы с высшими кинематическими парами - зубчатые механизмы.

Цель лекции:

Ознакомление с механизмами с высшими кинематическими парами и методами их расчета и проектирования.

План лекции

Введение в теорию высшей пары, основные понятия и определения. Механизмы с высшими кинематическими парами и их классификация. Назначение и область применения зубчатых механизмов. Рядовые зубчатые передачи и их кинематическое исследование. Многоступенчатые зубчатые передачи. Планетарные и дифференциальные механизмы. Метод обращения движения. Формула Виллиса для планетарных механизмов. Кинематическое исследование типовых планетарных механизмов. Выбор типа планетарного редуктора. Многоступенчатые зубчатые передачи. Основная теорема зацепления. Понятие о полюсе и центроидах. Сопряженные профили в высшей кинематической паре. Угол давления в механизмах с высшими кинематическими парами. Эвольвента окружности и ее параметрические уравнения. Эвольвентное зацепление и его свойства. Методы изготовления эвольвентных зубчатых колес. Станочное зацепление. Основные параметры зубчатого колеса. Подрезание зубьев колеса. Качественные показатели для эвольвентной передачи. Коэффициент перекрытия. Коэффициент удельного скольжения. Корректирование зубчатых колес. Пространственные механизмы с высшей кинематической парой: конические и червячные механизмы.

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление:

- о рядовых и планетарных механизмах и способах их исследования;
- об основных параметрах зубчатых колес;

знать:

- назначение и область применения зубчатых механизмов;
- рядовые зубчатые передачи и их кинематическое исследование;
- многоступенчатые зубчатые передачи;
- планетарные и дифференциальные механизмы;

уметь:

- определять передаточное отношение многоступенчатых зубчатых передач;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;

ЛЕКЦИЯ 9

Тема: Механизмы с высшими кинематическими парами - кулачковые механизмы.

Цель лекции:

Ознакомление с кулачковыми механизмами и методами их расчета.

План лекции

Виды кулачковых механизмов, их назначение и область применения. Аксиальные и дезаксиальные кулачковые механизмы. Виды профилей кулачка. Этапы проектирования кулачковых механизмов. Выбор законов движения кулачковых механизмов. Способы замыкания высшей кинематической пары. Структурный анализ типовых схем кулачковых механизмов. Угол давления кулачковых механизмов. Метрический синтез кулачковых механизмов по допускаемому углу давления. Входные параметры синтеза (основные и дополнительные). Выходные параметры синтеза. Циклограмма. Фазы перемещения толкателя. Мягкий и жесткий удар. Радиус начальной шайбы кулачка и эксцентриситет. Характеристика угла давления, передачи и угла подъема профиля кулачковых механизмов. Реверсивный и нереверсивный кулачковый механизм. Теоретический и рабочий профиль кулачка. Остроконечный, роликовый и плоский толкатель.

Изучив данную тему, студент должен:**иметь представление:**

- об основных видах кулачковых механизмов и области их применения;

знать:

- назначение и область применения кулачковых механизмов;
- законы движения толкателя кулачковых механизмов;
- этапы проектирования кулачковых механизмов;

уметь:

- производить структурный анализ типовых кулачковых механизмов;
- производить синтез кулачковых механизмов по заданным параметрам.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;

1.3 Модуль «Соппротивление материалов и детали машин»**ЛЕКЦИЯ 1****Тема: Основные понятия и определения дисциплины «Соппротивление материалов»****Цель лекции:**

Сформулировать понятие, что сопротивление материалов - наука об инженерных методах расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций (деталей машин); что знание основ сопротивления материалов является важнейшим требованием и составной частью при подготовке специалиста.

План лекции

Основные задачи дисциплины «Соппротивление материалов». Место среди других дисциплин. Основные гипотезы. Реальный объект и расчетная схема. Внешние силы. Классификация. Метод сечений – метод определения внутренних усилий. Напряжения. Деформации и перемещения.

Изучив данные темы, студент должен:**иметь представление:**

- о видах расчетов в сопротивлении материалов;
- о классификации нагрузок;
- о внутренних силовых факторах и возникающих деформациях;
- о механических напряжениях;

знать:

- основные понятия в сопротивлении материалов;
- гипотезы и допущения в сопротивлении материалов;
- метод сечений;
- условие прочности;
- закон Гука;

- закон Пуассона;

уметь:

- строить эпюры продольной силы при осевом растяжении или сжатии;
- строить эпюры нормальных напряжений, перемещений при осевом растяжении, сжатии.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным темам.

ЛЕКЦИЯ 2

Тема: Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности.

Цель лекции:

- определение внутренних усилий, напряжений, деформации при центральном растяжении (сжатии);
- расчеты на прочность и жесткость при центральном растяжении (сжатии).

План лекции

Внутреннее усилие, построение эпюр продольных сил. Напряжение в поперечном сечении стержня. Напряжения в наклонных сечениях стержня. Закон парности касательных напряжений.

Условие прочности по методу допускаемых напряжений. Три вида задач на прочность. Деформации. Закон Гука. Закон Пуассона. Условие жесткости.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- о продольных силах;
- о нормальных напряжениях в поперечных сечениях;
- о продольных и поперечных деформациях и их связи;
- о предельно допустимых напряжениях и коэффициенте запаса прочности;

знать:

- правила построения эпюр продольных сил и нормальных напряжений;
- закон распределения нормальных напряжений в поперечном сечении бруса;
- закон Гука, зависимость и формулы для расчета напряжений и перемещений;
- диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов;
- порядок расчета на прочность;

уметь:

- строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений;
- проводить расчеты на прочность и жесткость статически определимых брусков при растяжении и сжатии;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным темам.

ЛЕКЦИЯ 3

Тема: Геометрические характеристики плоских сечений.

Цель лекции:

- освоить методику вычисления геометрических характеристик плоских сечений.

План лекции

Основные геометрические характеристики плоских сечений. Определение координат центра тяжести сложного сечения. Определение осевых и центробежного момента инерции относительно вспомогательных (случайных) осей сложного сечения. Определение главных осей и главных моментов инерции сложного сечения. Определение главных радиусов инерции сечения.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- о физическом смысле и порядке определения осевых, центробежных и полярных моментов инерции;

- о главных центральных осях и главных центральных моментах инерции;

знать:

- формулы моментов инерции простейших сечений;

- способы вычисления моментов инерции при параллельном переносе осей;

уметь:

- вычислять геометрические характеристики плоских сечений;

- определять полярные и главные центральные моменты инерции для сечений, имеющих ось симметрии;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;

- ответить на контрольные вопросы;

- выполнить расчетно-графическую работу по теме;

- выполнить тестовые задания по данным темам.

ЛЕКЦИЯ 4

Тема: Изгиб. Общие понятия о деформациях изгиба.

Цель лекции:

- изучить методы расчета на прочность и жесткость конструкций, работающих на изгиб.

План лекции

Общие понятия о деформациях изгиба. Понятие балки. Типы опорных устройств балок. Определение внутренних усилий при изгибе. Правило знаков для изгибающих моментов и поперечных сил. Зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузкой. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Определение нормальных напряжений. Определение касательных напряжений. Условие прочности по нормальным напряжениям. Деформации при изгибе. Метод начальных параметров.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- о видах изгиба и внутренних силовых факторах;

- о деформациях при изгибе и методах определения линейных и угловых перемещений;

знать:

- методы для определения внутренних силовых факторов при прямом изгибе;

- порядок построения и контроля эпюр поперечных сил и изгибающих моментов;

- дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом;

- основные правила построения эпюр;

- распределение нормальных напряжений по сечению балки при чистом изгибе, расчетные формулы и условия прочности;

уметь:

- пользоваться методами для определения внутренних силовых факторов при прямом изгибе;

- строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в случае приложения сосредоточенных и распределенных нагрузок;

- выполнять проектировочные и проверочные расчеты на прочность;

- выбирать рациональные формы поперечного сечения;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;

- ответить на контрольные вопросы;

- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным темам.

ЛЕКЦИЯ 5

Тема: Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное сжатие (растяжение).

Цель лекции:

- изучить методы расчета на прочность при данных видах нагружения;

План лекции

Косой изгиб. Определение напряжений. Нейтральная ось. Условие прочности. Определение деформаций. Внецентренное сжатие (растяжение). Определение напряжений. Нейтральная ось и её свойства. Условие прочности.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- о касательных напряжениях при изгибе и упругой линии балки;
- о деформациях при изгибе и методах определения линейных и угловых перемещений;

знать:

- один из методов определения линейных и угловых перемещений;
- что при изгибе с кручением возникает плоское напряженное состояние, и расчет на прочность выполняется с применением теорий прочности.

уметь:

- выполнять проектировочные и проверочные расчеты на прочность;
- выбирать рациональные формы поперечного сечения;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным теме.

Лекция 6

Тема: Устойчивость сжатых стержней. Усталость (Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени).

Цель лекции:

- изучить методы расчета на устойчивость;
- изучить расчет на прочность при регулярном режиме нагружения;

План лекции

Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Формула Эйлера для критической силы. Влияние способа закрепления концов стержня на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Практические расчеты на устойчивость. Явление усталости. Природа и механизм усталостного разрушения. Цикл напряжений, его характеристики. Виды циклов напряжений. Кривая усталости (Кривая Вёлера). Предел выносливости. Диаграмма предельных амплитуд. Факторы, влияющие на предел выносливости: концентрация напряжений, масштабный фактор, влияние качества поверхности и упрочнения поверхностного слоя. Определение коэффициента запаса прочности при сложном напряженном состоянии. Практические меры повышения сопротивления усталости.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- об устойчивых и неустойчивых формах равновесия;
- о критической силе и коэффициенте запаса устойчивости;
- о критическом напряжении;
- о гибкости стержня и предельной гибкости;
- об усталости материалов;
- о кривой усталости и пределе выносливости;

знать:

- условие устойчивости сжатых стержней;
- формулу Эйлера и эмпирические формулы для расчета критической силы и критического напряжения;

- характер усталостных разрушений;
- факторы, влияющие на сопротивление усталости;

Основы расчета на прочность при переменном напряжении;

уметь:

- выполнять проверочные расчеты на устойчивость сжатых стержней;
- выполнять расчет на прочность при переменном напряжении;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным темам.

Лекция 7-8

Тема: Основные критерии работоспособности, надежности и расчета деталей машин.

Классификация передач и их назначение.

Цель лекции:

- рассмотреть понятие о методике конструирования и конструкторской документации, о стандартизации, унификации, взаимозаменяемости деталей машин;
- рассмотреть основные критерии работоспособности деталей машин; определения нагрузочной способности, динамической и статической грузоподъемности;
- рассмотреть механические передачи зацеплением, их назначение, классификацию; основные силовые и кинематические соотношения в механических передачах;
- критерии работоспособности; расчеты на прочность.

План лекции

Задачи курса «Детали машин». Классификация механизмов, узлов и деталей, требования к деталям. Стандартизация и унификация деталей машин. Допуски и посадки. Основы проектирования механизмов, стадии разработки: понятие проектирования как процесса разработки комплексной технической документации, содержащей технико-экономическое обоснование, расчеты, чертежи, макеты, сметы, пояснительные записки и другие материалы, необходимые для производства машин. Определение проекта. ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Пять стадий разработки конструкторской документации: техническое задание, техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка технической документации. Основы взаимозаменяемости. Основные критерии работоспособности, надежности и расчета деталей машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость. Определение нагрузочной способности. Динамическая и статическая грузоподъемность. Долговечность конструкции. Безотказность. Ремонтопригодность. Сохраняемость. Понятие передачи. Способ осуществления передачи энергии. Механическая передача понижающая (силовая) и повышающая; вариатор. Классификация передач по способу передачи движения, по способу соединения звеньев. Основные силовые и кинематические соотношения. Зубчатая передача ее устройство. Шестерня. Колесо. Оценка применения. Достоинства. Недостатки. Критерии работоспособности. Червячная передача ее устройство. Червяк. Червячное колесо. Классификация червячных передач. Оценка применения. Достоинства и недостатки. Фрикционная передача ее устройство. Оценка применения. Достоинства и недостатки. Цепная передача. Устройство. Малая и большая звездочка, приводная цепь. Оценка применения. Достоинства и недостатки.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- о стандартизации и унификации деталей машин;
- о разработке конструкторской документации;

- об основных критериях работоспособности, надежности и расчете деталей машин;
- о механических передачах и их классификации;

знать:

- пять стадий разработки конструкторской документации;
- классификацию передач по способу передачи движения;
- классификация передач по способу соединения звеньев;
- достоинства и недостатки передач;

уметь:

- производить расчет передач по заданным критериям;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить домашнюю работу по теме;
- выполнить тестовые задания по данным темам.

Лекция 9

Тема: Детали, обслуживающие вращательное движение

Цель лекции:

- изучение расчета и конструирования валов и втулок;
- изучение устройства подшипников скольжения и подшипников качения; усвоение критериев их работоспособности и расчета;
- изучение конструкции и расчета муфт;
- изучение видов и конструкций неразъемных соединений;
- расчет соединения на прочность;
- изучение резьбовых соединений как наиболее распространенного вида разъемного соединения;
- изучение соединения, которые служат для закрепления деталей на осях и валах.

План лекции

Валы: назначение и классификация. Конструктивные элементы вала: шип, шейка, пята. Материал, из которого они изготавливаются. Расчет валов. Предварительный проектный расчет на кручение. Проверочный расчет на статическую прочность. Проверочный расчет на усталость. Расчет валов и осей на жесткость. Втулки. Цилиндрические и конические. Сплошные и разрезные. Расчет на прочность. Конструирование валов и втулок. Подшипники скольжения. Устройство простейшего подшипника скольжения. Разъемные и неразъемные подшипники. Смазывание подшипников скольжения. Основной критерий работоспособности подшипника скольжения. Оценка применения: достоинства и недостатки. Подшипники качения. Устройство подшипника качения. Оценка применения: достоинства и недостатки. Классификация подшипников качения. Классы точности. Маркировка подшипников качения. Основные типы подшипников. Основной критерий работоспособности подшипников качения. Конструирование подшипниковых узлов. Определение муфт. Назначение и классификация муфт. Муфты глухие – втулочная и фланцевая. Муфты компенсирующие жесткие. Виды несоосности валов. Муфта кулачковая – дисковая. Муфта зубчатая. Муфты упругие. Назначение и динамические свойства муфт. Металлические и неметаллические упругие элементы муфт. Муфта с резиновой звездой. Муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП). Муфта с упругой оболочкой. Муфты управляемые или сцепные. Муфты автоматические (самоуправляемые). Муфты комбинированные. Расчет муфт. Клепанные соединения. Заклепки. Клепанные соединения прочные и плотные. Конструкции клепаных соединений. Оценка применения: достоинства и недостатки. Сварные соединения. Оценка применения. Виды сварки: плавлением, давлением. Виды сварных соединений. Сварные швы. Расчет сварных соединений на прочность. Клеевые соединения. Оценка применения. Клеи для прочностных соединений и для ненагруженных соединений. Технология соединения деталей. Клеевые конструкции. Расчет клеевых соединений на прочность. Паяные соединения. Принципиальное отличие пайки от сварки. Оценка применения. Типы паяных соединений. Пайка

низкотемпературная и высокотемпературная. Технология пайки. Расчет на прочность. Общие сведения о резьбовых соединениях. Геометрические параметры резьбы. Классификация резьб. Крепежные резьбы (метрическая и дюймовая). Прочно-плотные резьбы (трубная цилиндрическая, трубная коническая, коническая дюймовая). Крепежные резьбовые соединения и их детали. Средства против самоотвинчивания резьбовых соединений. Силовые соотношения в резьбовых соединениях. Самоторможение и КПД винтовой пары. Оценка применения. Достоинства и недостатки. Шпоночное соединение. Оценка применения (достоинства и недостатки). Напряженное шпоночное соединение. Шпонки клиновые, тангенциальные. Ненапряженные шпоночные соединения. Шпонки призматические и сегментные. Расчет ненапряженных шпоночных соединений. Основной критерий работоспособности. Шлицевое соединение. Определение шлицевого соединения как многошпоночного, у которого шпонки выполняют за одно целое с валом. Основные типы шлицевых соединений: прямобоочные, эвольвентные, треугольные. Расчет шлицевых соединений. Основной критерий работоспособности.

Изучив данные темы, студент должен:

иметь представление:

- о деталях, обслуживающих вращательное движение;

знать:

- назначение и классификацию валов и втулок;

- подшипники скольжения и качения область их применения, достоинства и недостатки;

- назначение и классификацию муфт;

- разъемные и неразъемные соединения;

- область применения шпоночных и шлицевых соединений;

уметь:

- выполнять расчеты деталей обслуживающих вращательное движение по заданным критериям;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;

- ответить на контрольные вопросы;

- выполнить расчетно-графическую работу по теме;

- выполнить тестовые задания по данным темам.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

2.1 Модуль «Теоретическая механика»

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

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

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

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

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

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

В статике научиться:

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

В кинематике научиться:

- представлять различные типы движения твердого тела и уметь анализировать кинематические характеристики точки и твердого тела;
- умению моделировать многообразные механические системы и анализировать их кинематические свойства;
- решать многообразные кинематические задачи для точки, абсолютно твердого тела, используя теорию сложения движений.

В динамике научиться:

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

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

Решение любой задачи включает в себя четыре принципиально важных этапа:

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

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

При решении задач следует:

- определить к какому разделу теоретической механики относится рассматриваемая задача;
- усвоить теоретический материал на изучаемую тему;
- выписать предложенные на лекциях, рекомендованных учебниках и учебных пособиях алгоритмы решения задач на данную тему;
- разобрать задачи, рассмотренные на практических занятиях и имеющиеся в учебниках и пособиях примеры решения задач;
- записать краткое условие задачи;
- определиться с методом решения задачи;
- выписать математическое выражение выбранного метода;
- сделать четкий рисунок в выбранном масштабе, соответствующий условию задачи и методу решения;
- запись уравнений и их решение приводить в буквенном виде, численные значения подставлять в конечные выражения;
- привести таблицу ответов, полученных величин.

В задачниках по теоретической механике ([6 доп.]) приводятся задачи двух видов: на усвоение учебного материала (стандартные задачи) и активное использование изученного материала. Основная учебная функция упражнений по решению стандартных задач - перевод

знаний, усвоенных на уровне воспроизведения, на уровень знаний – умений. Для таких задач имеются способы решения, одни из которых описаны в самих задачниках, другие анализируются на практических занятиях. Решение задач на активное использование изученного материала – нестандартных или проблемных, поисковых, творческих, олимпиадных задач это исследовательская работа студента первокурсника.

Практическое занятие 1

Тема: Связи и реакции связей.

Цель занятия:

- знать основные виды связей и реакции связей, применяемых в механических системах;
- научиться определять тип связей и направления реакций связей по заданным схемам;

изучив тему, студент должен:

- иметь представление о способах описания силового взаимодействия материальных тел;

уметь:

- показать на расчетных схемах силовое взаимодействие с окружающими телами, используя принцип освобождаемости от связей;

1.2. Вопросы для подготовки:

- две основные задачи статики;
- аксиомы статики.
- виды связей и направление их реакций;

1.3 Вопросы для самоконтроля

1. Свободным или несвободным телом является намагниченная металлическая пластинка, повисшая между полюсами постоянного магнита? лежащая на столе?

2. Что называется связью? В чем заключается сущность принципа освобождаемости от связей? Какое практическое значение имеет этот принцип? Привести пример.

3. Что такое реакция связи?

4. К какому объекту приложены силы реакции?

5. Что такое активные силы и реакции связей? Так как реакция связи - это сила, то верно ли положение: связь и сила понятия эквивалентные? Привести пример.

6. Перечислите основные виды связей, для которых заранее известно направление силы реакции.

7. Назовите связи, для которых заранее известна точка приложения реакции, но не ее направление.

8. Как классифицируются основные типы опор, применяемых в технике?

9. Что называется усилием в стержне?

10. Что называется натяжением нити?

11. В каких случаях не нарушится равновесие тела, если отбросить связи?

1.4 Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает в себя проработку раздела 3 по учебно-методическому пособию «Введение в статику», ответы на тесты и вопросы для самоконтроля.

Практическое занятие 2

Тема: Система сходящихся сил. Условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил. Приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду.

Цель занятия:

- выработка навыков преобразования простейших систем сил и использования условий равновесия этих систем сил при решении задач;

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

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

- изучить алгоритм и научиться решать задачи на равновесие системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме;
- научиться рассчитывать алгебраические моменты сил и пар сил относительно точки, оси и начала координат;
- получить представление о главном векторе, главном моменте, равнодействующей плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил;
- научиться приводить систему сил к простейшему виду и анализировать результаты;
- отработка практических навыков решения задач на приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду;
- научиться составлять уравнения равновесия тел и сочлененных конструкций, находящихся под действием плоской или пространственной систем сил;
- отработка практических навыков решения задач на равновесие твердого тела или системы тел, к которым приложена плоская или пространственная система сил.

Изучив тему, студент должен:

уметь:

- показать на расчетных схемах силовое взаимодействие с окружающими телами, используя принцип освобожденности от связей;
- записать условия равновесия систем сходящихся сил, действующих в пространстве и на плоскости;
- определять проекции векторных величин на плоскость и на оси координат;
- классифицировать статически определимые и статически неопределимые системы тел;
- определять моменты векторных величин относительно координатных осей;
- определять алгебраические моменты сил относительно точки;
- приводить плоские и пространственные системы сил к простейшему виду;
- составлять уравнения равновесия тел и сочлененных конструкций, находящихся под действием плоской или пространственной систем сил.

владеть навыками:

- решения задач на систему сходящихся сил;
- решения задач на приведение плоской и пространственной систем сил к простейшему виду;
- решения задач на равновесие плоской и пространственной системы сил.

2.1. Вопросы для подготовки:

1. Две основные задачи статики.
2. Аксиомы статики.
3. Виды связей и направление их реакций.
4. Условия и уравнения равновесия плоской и пространственной системы сходящихся сил.
5. Основные правила проекций силы на координатную ось.
6. Построение силового многоугольника.
7. Теорема о трех силах.
8. Статические инварианты.
9. Понятие о динамическом винте.
10. Приведение пространственной системы сил к динамическому винту.
11. Приведение системы сил к равнодействующей.
12. Приведение системы сил к паре сил.
13. Минимальный главный момент.
14. Отыскание условий, которым должны отвечать силы системы для ее приведения к заранее заданному простейшему виду.
15. Момент силы относительно точки.
16. Основные свойства пар сил.
17. Теорема Вариньона для плоской и пространственной системы сил.
18. Теорема Пуансо о приведении силы к точке, приведение произвольной плоской системы сил к точке.
19. Условия и уравнения равновесия плоской системы сил.

20 Равновесие систем тел.

21. Определение момента силы относительно оси.

22. Момент силы относительно начала координат.

23. Основная теорема статики для пространственной системы сил.

24. Условия и уравнения равновесия пространственной системы сил.

25. Условия равновесия пространственной системы параллельных сил.

2.2.1 Методические рекомендации к решению задач по теме «Система сходящихся сил»

При решении задач статики обычно производят различные действия над скалярными или векторными величинами. При сложении и вычитании векторов окончательный результат зависит от модуля вектора и его направления. Результат сложения векторов называется геометрической суммой. Соответственно результат вычитания двух векторов называется геометрической разностью. Сложение двух векторов (сложение двух сходящихся сил) производится либо по правилу параллелограмма, либо по правилу треугольника. Для графического решения задачи для построения параллелограмма или треугольника необходимо выбрать масштабный коэффициент. Сложение большого числа векторов производится по правилу силового многоугольника.

Второй способ – это метод проекций равнодействующей на координатные оси.

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

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

Задачи на равновесие системы сходящихся сил решаются в следующей последовательности:

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

2.2.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду»

Задачи на приведение плоской и пространственной системы сил к простейшему виду решаются в следующей последовательности:

1. Выбрать систему координат, (если она не дана в условиях задачи) и принять ее начало за центр приведения. Заменяем наклонные силы в соответствии с теоремой Вариньона их проекциями на координатные оси.
2. Найти в общем виде проекции главного вектора на оси координат, а также его модуль и направление. В задачах с известными числовыми значениями исходных данных вычислить перечисленные величины и изобразить главный вектор на рисунке.
3. Получить выражения для модуля и направления главного момента системы сил или только его проекций. В задачах с известными числовыми значениями исходных данных вычислить перечисленные величины и изобразить главный момент на рисунке.

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

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

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

2.2.3 Методические рекомендации к решению задач по теме «Равновесие плоской и пространственной системы сил»

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

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

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

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

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

3. Вводим декартову систему координат.

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

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

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

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

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

9. Записываем уравнения равновесия в проекциях на координатные оси.

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

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

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

2. Изображаем на чертеже все заданные силы, действующие на тело.
3. Определяем опору, относительно которой может произойти опрокидывание тела.
4. Составляем уравнение моментов заданных сил относительно этой опоры.
5. Решив уравнение, определяем искомую величину (предельную силу или предельный размер).

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

1. Задачи на равновесие пространственной системы параллельных сил и сил, расположенных произвольно с целью определения реакций опор.
2. Задачи на равновесие составных конструкций.
3. Задачи на равновесие тела, которое может опрокидываться.
4. Задачи на приведение пространственной системы сил к простейшему виду.

Первые три типа задач решаются в том же порядке, что и задачи на равновесие плоской системы сил.

2.3 Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

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

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

3. Перевалов, В.С. Сборник курсовых заданий по теоретической механике [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва: Горная книга, 2003.- 193 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3484>. - Загл. с экрана

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

Подготовка к практическому занятию – проработать пособия:

1. Луганцева, Т. А. Введение в статику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Н. М. Ларченко ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2010. - 89 с.

Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/2828.pdf

1. Луганцева, Т. А. Геометрическая статика. Система сходящихся сил [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 95 с.

Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6938.pdf

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме:

- «Система сходящихся сил» №№ 2.6; 2.10; 2.16; 2.29; 6.3; 6.5; 6.10 из [1];
- «Приведение систем сил к простейшему виду» №№ 7.3; 7.4; 7.5; 7.6; 7.7; 7.8; 7.9; 7.10 [1];
- «Равновесие плоской системы сил» №№ 3.16; 3.18; 3.37; 4.15; 4.26; 4.28; 4.29; 4.32; 4.33; 4.34; 4.35; 4.43; 4.58; 4.59[1];
- «Равновесие пространственной системы сил» №№ 8.16; 8.17; 8.19; 8.21; 8.22; 8.23; 8.26; 8.27; 8.28; 8.29; 8.34; 8.36; 8.37[1].

2.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по темам:

2.4.1 «Основные понятия статики».

2.4.2 «Аксиомы статики».

2.4.3 «Связи и реакции связей».

2.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графических работ:

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

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

методические материалы, разработанные кафедрой;

№ 3 (С-2) на тему «Определение реакций опор твердого тела (плоская система сил)» [2, 3, 4];

№ 4 (С-3) на тему «Определение реакций опор составной конструкции» [2, 3, 4];

№ 5 (С-7) на тему «Определение реакций опор твердого тела (пространственная система сил)» [2, 3, 4].

Практическое занятие 3

Тема: Кинематика точки

Цель занятия:

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

Изучив тему, студент должен:

уметь:

- определить скорость и ускорение точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения точки;
- определить радиус кривизны в любой точке траектории;

владеть:

- навыками построения траектории движения точки;
- навыками решения задач по теме.

3.1. Вопросы для подготовки:

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

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

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

- 1) составление уравнений движения точки;
- 2) определение по заданным уравнениям движения точки ее траектории, положения точки, скорости, ускорения и радиуса кривизны траектории;
- 3) переход от уравнений движения точки в декартовых координатах к полярным или естественному способу задания движения;
- 4) определение по некоторым заданным кинематическим параметрам движения точки других его параметров (например, пройденного пути по заданному времени или, наоборот, времени движения по известному положению точки, уравнения движения по заданному ускорению и т.п.)

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

3.3 Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учеб. пособие. 44 изд., стер. Рек. Мин. обр. РФ – СПб. Лань, 2005. 448 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие: Доп. Мин.обр. СССР / Ред. А.А. Яблонский/. - М.: Интеграл-Пресс, 2004. - 382 с.
3. Диевский В.А. Теоретическая механика: сб. заданий: Рек. УМО/ - СПб.: Лань, 2007. -192 с.
4. Перевалов, В.С. Сборник курсовых заданий по теоретической механике [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва: Горная книга, 2003.- 193 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3484>. - Загл. с экрана

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: №№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 [1].

Подготовка к занятию:

1. Луганцева Т. А. Кинематика точки [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т. А. Луганцева; АмГУ, Эн. ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 93 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6679.pdf

3.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по темам:

- «Система сходящихся сил»;
- «Приведение пространственной системы сил к простейшему виду»;
- «Равновесие плоской системы сил»;
- «Равновесие пространственной системы сил.»

Сдача расчетно-графических работ С-1.1, С-1.2, С-2, С-3, С-7.

3.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К-1 на тему «Определение абсолютной скорости и ускорения точки по заданным уравнениям ее движения». [2, 3, 4], методические материалы, разработанные кафедрой;

Практическое занятие 4

Тема: Плоскопараллельное движение.

Цель занятия:

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

Изучив тему, студент должен:

уметь:

- найти положение мгновенного центра скоростей;
- решать задачи плоскопараллельного движения двумя способами: с использованием понятия полюса и мгновенного центра скоростей;
- уметь определять ускорение точек через полюс;

владеть

- навыками решения задач по теме.

4.1 Вопросы для подготовки:

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

2. Разложение плоскопараллельного движения на составляющие.

3. Кинематические характеристики плоского движения:

3.1. Скорость точки

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

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

3.2. Ускорение точки

3.2.1. Вычисление ускорения через полюс.

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

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

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

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

3) определяется угловая скорость плоской фигуры (звена, совершающего плоское движение);
4) определение скоростей всех точек плоской фигуры как произведение угловой скорости на расстояние от точки до МЦС;

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

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

7) определяется угловое ускорение плоской фигуры.

4.3. Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

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

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

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

4. Перевалов, В.С. Сборник курсовых заданий по теоретической механике [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва: Горная книга, 2003.- 193 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3484>. - Загл. с экрана

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: №№ 15.3; 16.31; 16.34; 16.35; 18.9; 18.13; 18.23; 18.26; 18.37 [1].

Подготовка к занятию:

1. Луганцева Т. А. Плоскопараллельное движение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Т. А. Луганцева ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 104 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3122.pdf

4.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме: «Кинематика точки».

Сдача расчетно-графической работы К-1.

4.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К-3 на тему «Определение скоростей и ускорений твердого тела при плоском движении».

Выдача расчетно-графической работы К-4 на тему «Определение скоростей твердого тела при плоском движении». [2, 3, 4]

Практическое занятие 5

Тема: Сложное движение точки.

Цель занятия:

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

Изучив тему, студент должен:

уметь:

- разложить движение на относительное, переносное и абсолютное;
- найти ускорение Кориолиса по величине и по направлению (либо как вектор векторного произведения или по правилу Жуковского);

владеть

- навыками решения задач по теме.

5.1 Вопросы для подготовки:

- сложное (абсолютное) движение точки и его составляющие: переносное и относительные движения;
- абсолютная, переносная и относительная скорости точки;

- теорема о сложении скоростей;
- абсолютное, переносное и относительное ускорения точки;
- теорема о сложении ускорений;
- ускорение Кориолиса и условия, при которых оно возникает;
- случаи, при которых ускорение Кориолиса равно нулю.

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

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

5.3 Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учеб. пособие. 44 изд., стер. Рек. Мин. обр. РФ – СПб. Лань, 2005. 448 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие: Доп. Мин.обр. СССР / Ред. А.А. Яблонский/. - М.: Интеграл-Пресс, 2004. - 382 с.
3. Диевский В.А. Теоретическая механика: сб. заданий: Рек. УМО/ - СПб.: Лань, 2007. -192 с.
4. Перевалов, В.С. Сборник курсовых заданий по теоретической механике [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва: Горная книга, 2003.- 193 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3484>. - Загл. с экрана

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: №№ 22.5; 22.14; 22.15; 22.17; 23.7; 23.12; 23.18; 23.27; 23.47; 23.49 [1].

5.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Плоское движение абсолютно твердого тела».

Сдача расчетно-графических работ К-3, К-4.

5.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы К-7 на тему «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в случае вращательного переносного движения» [2, 3, 4].

Выдача расчетно-графической работы К-9 на тему «Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в случае поступательного переносного движения» [2, 3, 4].

Практическое занятие 6

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

Цель занятия:

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

6.1 Вопросы для подготовки:

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

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

Задачи динамики делятся на две большие группы.

- 1) задачи, в которых по заданному закону движения точки находятся действующие на нее силы (первая задача динамики);
- 2) задачи, в которых по заданным силам, действующим на точку, определяется закон ее движения (вторая задача динамики).

Первая задача динамики.

- 1) используя заданные уравнения движения, найти путем двойного дифференцирования проекции ускорения на координатные оси;
- 2) записать дифференциальные уравнения движения точки в скалярном виде и определить из них проекции на координатные оси равнодействующей всех сил, приложенных к точке, как функции времени;
- 3) определить модуль равнодействующей и ее направляющие косинусы.

Вторая задача динамики.

- 1) выбрать и изобразить на чертеже систему координат;
- 2) изобразить на рисунке точку в текущем положении и действующие на точку силы;
- 3) написать дифференциальные уравнения движения точки в векторном виде;
- 4) спроектировать эти векторные равенства на координатные оси;
- 5) в зависимости от условий задачи найти первые и вторые интегралы дифференциальных уравнений;
- 6) определить начальные условия движения точки;
- 7) определить постоянные интегрирования исходя из начальных условий;
- 8) определить требуемые по условиям задачи величины.

6.3 Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учеб. пособие. 44 изд., стер. Рек. Мин. обр. РФ – СПб. Лань, 2005. 448 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие: Доп. Мин.обр. СССР / Ред. А.А. Яблонский/. - М.: Интеграл-Пресс, 2004. - 382 с.
3. Диевский В.А. Теоретическая механика: сб. заданий: Рек. УМО/ - СПб.: Лань, 2007. -192 с.
4. Сборник курсовых заданий по теоретической механике: учебное пособие / : Московский государственный горный университет, 2004. - 194 с.

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме: №№ 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 [1].

Подготовка к занятию:

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 142 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf
2. Луганцева, Т. А. Динамика в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова ; АмГУ, ФМиИ, ЭФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. – 178 с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6633.pdf

6.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Тестирование по теме:

«Сложное движение точки».

Сдача расчетно-графических работ К-7, К-9.

6.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д1 на тему: «Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки». [2, 3, 4]

Практическое занятие 7-8

Тема: Общие теоремы динамики точки и механической системы

Цель занятия:

- получить представление о геометрии сечений;
- уяснить физический смысл моментов инерции;
- выработка практических навыков решения задач по теме;
- научиться вычислять моменты инерции относительно осей симметрии и центра симметрии, применять теорему Гюйгенса-Штейнера;
- отработка практических навыков решения задач на применение общих теорем динамики материальной точки и механической системы, в которых используются теорема о движении центра масс; теоремы об изменении количества движения, теоремы об изменении кинетической энергии, теорема об изменении кинетического момента

7.1 Вопросы для подготовки:

1. Момент инерции относительно полюса, оси и плоскости.
2. Осевые и центробежные моменты инерции, их математические выражения.
3. Радиус инерции и его физический смысл.
4. Моменты инерции относительно параллельных осей.
5. Эллипсоид инерции.
6. Главные оси инерции и их свойства.
7. Механическая система. Силы внешние и внутренние. Масса системы. Центр масс.
8. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения движения центра масс.
9. Количество движения точки и механической системы. Импульс силы.
10. Выражение количества движения системы через скорость центра масс.
11. Теорема об изменении количества движения системы в дифференциальной и интегральной форме.
12. Закон сохранения количества движения.
13. Момент количества движения материальной точки и механической системы.
14. Кинетический момент механической системы относительно полюса.
15. Кинетический момент механической системы относительно неподвижной оси. Кинетический момент абсолютно твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
16. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.
17. Закон сохранения кинетического момента системы.
18. Частные случаи определения кинетической энергии твердого тела.
19. Работа постоянной силы на прямолинейном пути.
20. Работа силы, зависящей от координат точки.
21. Работа сил тяжести, действующих на систему.
22. Работа и мощность сил, приложенных к вращающемуся телу.
23. Работа и мощность сил, приложенных к телу при плоском движении.
24. Формулировка теоремы об изменении кинетической энергии изменяемых и неизменяемых систем и их математическое выражение.
25. Потенциальное силовое поле. Работа сил потенциального поля.
26. Понятие о потенциальной энергии.
27. Закон сохранения механической энергии.

7.2.1 Методические рекомендации к решению задач по теме «Геометрия масс»

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

- положение центра масс тела или системы;
- радиус инерции тела.

Для тел сложной формы необходимо:

- разбить механическую систему или тело сложной формы на более простые тела, положение центра масс которых известно или может быть определено с использованием метода симметрии или по справочнику;
- ввести наиболее удобную систему координат для определения положения центра масс;
- определить координаты центров масс тела или элементов системы, на которую они были разбиты;
- определить координаты центра масс системы, используя соответствующие формулы;
- для определения траектории движения центра масс системы, необходимо, из уравнений движения центра масс исключить время.

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

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

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

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

Задачи необходимо решать в следующем порядке:

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

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

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

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

- 1) выбрать систему координат;
- 2) изобразить на чертеже все действующие внешние силы;

- 3) написать выражения для главных моментов всех внешних сил системы относительно осей выбранной системы координат;
- 4) составить выражения для кинетического момента механической системы относительно неподвижной оси;
- 5) записать теорему об изменении кинетического момента механической системы.

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

Для определения кинетической энергии системы необходимо:

- 1) установить характер движения всех тел системы;
- 2) получить выражения для кинетической энергии каждого из тел в соответствии с совершаемым им движением (поступательное, вращательное или плоское);
- 3) выразить все линейные и угловые скорости тел через скорость того тела, движение которому задаем;
- 4) определить кинетическую энергию механической системы, просуммировав кинетические энергии отдельных тел;
- 5) изобразить на чертеже все внешние силы;
- 6) найти перемещения точек приложения тех сил, которые совершают работу при движении системы;
- 7) найти углы поворота тел, к которым приложены моменты;
- 8) выразить все линейные и угловые перемещения тел через перемещение того тела, движение которому задаем;
- 9) составить выражения для работ, совершаемых внешними силами, и найти их сумму;
- 10) записать теорему об изменении кинетической энергии и определить искомую величину.

7.4 Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учеб. пособие. 44 изд., стер. Рек. Мин. обр. РФ – СПб. Лань, 2005. 448 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие: Доп. Мин. обр. СССР / Ред. А.А. Яблонский/. - М.: Интеграл-Пресс, 2004. - 382 с.
3. Диевский В.А. Теоретическая механика: сб. заданий: Рек. УМО/ - СПб.: Лань, 2007. -192 с.
4. . Сборник курсовых заданий по теоретической механике : учебное пособие / : Московский государственный горный университет, 2004. - 194 с.

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме:

- «Геометрия сечений» №№ 34.2; 34.5; 34.11; 34.18, 34.29 [1];
- «Теорема о движении центра масс» №№ 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 [1];
- «Теорема об изменении количества движения» №№ 36.3; 36.4; 36.5; 36.8; 36.9; 36.11; 28.4; 28.8 [1];
- «Теорема об изменении кинетического момента» №№ 37.4; 37.5; 37.12; 37.26; 37.28; 37.43; 37.50; 37.52; 37.57; 37.58 [1];
- «Теорема об изменении кинетической энергии» №№ 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 [1];

Подготовка к занятию:

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 142 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf
2. Луганцева, Т. А. Динамика в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова ; АмГУ, ФМиИ, ЭФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. – 178 с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6633.pdf

7.5 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Сдача расчетно-графической работы Д-1

Тестирование по темам.

Подготовка к занятию:

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 142 с.
http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf

7.6 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д-10 на тему «Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы». [2, 3, 4].

Практическое занятие 9

Тема: Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.

Цель занятия:

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

9.1 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.
5. Классификация аналитических связей .
6. Виртуальное перемещение материальной точки.
7. Дифференциал и вариация функции.
8. Условие идеальности связей.
9. Виртуальное перемещение системы материальных точек.
10. Принцип возможных перемещений.
11. Общее уравнение динамики.

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

- 1) выделить точку, движение которой рассматривается;
- 2) выявить все активные силы изобразить их приложенными к точке на чертеже;
- 3) освободить точку от связей и заменить их реакциями связей;
- 4) добавить к полученной системе сил силу инерции;
- 5) записать уравнения равновесия полученной системы сил и определить искомые величины.

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

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

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

- 1) изобразить на чертеже все активные силы и силы трения, если они действуют;
- 2) к активным силам добавить силы инерции и моменты сил инерции, направив их противоположно линейным или угловым ускорениям;

- 3) сообщить системе столько независимых между собой возможных перемещений, сколько степеней свободы имеет система;
- 4) выразить все линейные и угловые ускорения через ускорение того тела, движение которому мы задаем;
- 5) выразить все линейные и угловые возможные перемещения через возможные перемещения того тела, движение которому мы задаем;
- 6) записать общее уравнение динамики и определить искомые величины.

9.3 Практические занятия и самостоятельная работа проводится с использованием следующих сборников задач:

1. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учеб. пособие. 44 изд., стер. Рек. Мин. обр. РФ – СПб. Лань, 2005. 448 с.
2. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие: Доп. Мин.обр. СССР / Ред. А.А. Яблонский/. - М.: Интеграл-Пресс, 2004. - 382 с.
3. Диевский В.А. Теоретическая механика: сб. заданий: Рек. УМО/ - СПб.: Лань, 2007. -192 с.
4. Сборник курсовых заданий по теоретической механике : учебное пособие / : Московский государственный горный университет, 2004. - 194 с.

Практические занятия и самостоятельная работа включает в себя решение задач по теме:

- «Принцип Даламбера» №№ 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 [1];
- «Принцип возможных перемещений» №№ 41.3; 41.10; 41.17; 42.8; 46.1; 46.3; 46.8; 46.9; 46.10; 46.18; 46.19; 46.21; 46.22; 46.24; 46.25; 46.27 [1];
- «Общее уравнение динамики» №№ 47.1; 47.3; 47.4; 47.5; 47.6; 47.9; 47.11; 47.12; 47.15 47.21; 47.24 [1].

Подготовка к занятию:

1. Луганцева, Т. А. Динамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2011. - 142 с. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/3630.pdf
2. Луганцева, Т. А. Динамика в вопросах и ответах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Т. А. Луганцева, Т. В. Труфанова ; АмГУ, ФМиИ, ЭФ. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. – 178 с. Режим доступа http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6633.pdf

9.4 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Сдача расчетно-графической работы Д-10

Тестирование по теме.

9.5 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы Д19 на тему «Применение общего уравнения динамики к механической системе с одной степенью свободы». [2, 3, 4]

2.2 Модуль «Соппротивление материалов и детали машин»

Практическое занятие 1-2

Тема: Осевое растяжение (сжатие). Статически неопределимые задачи осевого растяжения (сжатия).

Цель занятия:

- освоение техники построения эпюр продольной силы, нормальных напряжений, перемещений при осевом растяжении или сжатии;
- уяснить какие системы называются статически неопределимыми;
- составление дополнительных (к уравнениям равновесия) уравнений перемещений;
- проведение проектировочных и проверочных расчетов на прочность и жесткость при растяжении и сжатии;

1.1 Вопросы для подготовки:

1. Метод сечений.
2. Напряжения: нормальное, касательное и полное.

3. Растяжение и сжатие.
4. Напряжения при растяжении и сжатии.
5. Продольные и поперечные деформации.
6. Закон Гука.

1.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Осевое растяжение (сжатие)»

1. Определение реакции жесткой заделки.
2. Применяя метод сечений на каждом участке, находим продольные силы и строим эпюру N .

3. На каждом участке находим нормальные напряжения. Строим эпюру σ .
4. Строим эпюру перемещений методом характерных сечений.
5. Дать определение статически определимой и статически неопределимой системы.
6. Формула степени статической неопределимости системы.

Решение задач на темы:

1. Для двухступенчатого стержня, защемленного обоими концами и нагруженного продольными силами, требуется построить эпюры N , σ , δ .
2. Система, состоящая из втулки и стержня. Втулка и стержень помещены между абсолютно жесткими плитами и сжимаются силой F . Требуется определить напряжения в поперечных сечениях втулки и стержня, вызываемой силой F .
3. Температурные напряжения, возникающие в результате изменения температуры элементов конструкции.
4. Монтажные напряжения.

1.3 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы №1 на тему «Расчет статически неопределимого стержня при осевом растяжении (сжатии)».

Практическое занятие 3-4

Тема: Прямой поперечный изгиб.

Цель занятия:

- освоение методов определения внутренних силовых факторов;
- освоение техники построения эпюр поперечных сил Q и изгибающих моментов M для различных видов нагружения;
- определение прогибов и углов поворота сечения методом начальных параметров;
- изучение методов расчета на прочность.

3.1 Вопросы для подготовки:

1. Классификация видов изгиба, основные определения.
2. Внутренние силовые факторы при изгибе.
3. Принятые в машиностроении знаки поперечных сил и изгибающих моментов.
4. Дифференциальные зависимости при прямом поперечном изгибе.
5. Основные правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
6. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.
7. Деформации при изгибе.
8. Дифференциальное уравнение изогнутой оси.
9. Определение перемещений (прогиба и угла поворота сечения) для консольной балки, для шарнирно-опертой балки.

3.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Прямой поперечный изгиб»

1. Используя правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, а также дифференциальные зависимости между интенсивностью нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом, построить эпюры изгибающих моментов в соответствии с заданием. Построения произвести для консольной и шарнирно-опертой балок.

2. Провести контроль построения эпюр Q и M .

3. По приведенным эпюрам поперечной силы и изгибающего момента восстановить нагрузки на балке.

4. Произвести проектный расчет балок.

3.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Сдача расчетно-графической работы №1.

Тестирование по теме.

3.4 Расчетно-графическая работа

Выдача расчетно-графической работы №2 на тему «Расчет балок на прочность при изгибе».

Выдача расчетно-графической работы №3 на тему «Определение деформаций балок».

Практическое занятие 5-6

Тема: Расчет валов на прочность и жесткость.

Цель занятия:

- получить представление о напряжениях и деформациях при кручении, моменте сопротивления при кручении;
- освоить технику построения эпюр крутящих моментов;
- получить представление о рациональных формах поперечного сечения и рациональном расположении колес на валу;
- изучить условия прочности и жесткости при кручении;
- научиться выполнять проектировочные и проверочные расчеты круглого бруса для статически определимых систем;
- научиться проводить проверку на жесткость.

5.1 Вопросы для подготовки:

1. Напряжения при кручении:

- напряжение в любой точке поперечного сечения;
- максимальные напряжения при кручении.

2. Виды расчетов на прочность:

- проектировочный расчет;
- проверочный расчет;
- определение нагрузочной способности.

3. Определение рационального расположения колес на валу.

4. Расчет на жесткость.

5.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Расчет валов на прочность и жесткость».

Задача: для стального вала круглого поперечного сечения определить значения внешних моментов, соответствующих передаваемым мощностям, и уравнивающий момент.

1. Построить эпюру крутящих моментов по длине вала.

2. Рациональным расположением шкивов на валу добиться уменьшения значения максимального крутящего момента на валу.

3. Построить эпюру крутящих моментов для этого случая.

4. Дальнейшие расчеты вести для вала с рациональным расположением валов.

5. Определить диаметры вала по сечениям из расчетов на прочность и жесткость.

Полученный результат округлить до ближайшего четного или оканчивающегося на 5 числа.

6. Сделать выводы о целесообразности выполнения вала круглого или кольцевого сечения, сравнив площади поперечного сечений.

5.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Сдача расчетно-графической работы №2, 3.

Тестирование по теме.

Практическое занятие 7-8

Тема: Сложное сопротивление материалов. Теории прочности

Цель занятия:

- усвоить одноосное напряженное состояние;
- косой изгиб;
- внецентренное сжатие (растяжение);
- освоить расчет на прочность при данных видах сопротивления материалов;
- изучить напряженное состояние в точке упругого тела;
- изучить теорию предельных напряженных состояний, эквивалентных напряженных состояний;
- изучить гипотезы прочности.

7.1 Вопросы для подготовки:

1. Напряженное состояние в точке.
2. Положения теории напряженного состояния.
3. Классификация видов напряженного состояния.
4. Понятие о сложном деформированном состоянии.
5. Расчет круглого бруса на изгиб с кручением.

7.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Сложное сопротивление материалов. Теории прочности».

Задача: ломаный брус, испытывающий деформации прямого поперечного изгиба, кручения, центрального растяжения (или сжатия).

1. Построение эпюр продольных сил, моментов изгибающих, моментов крутящих.
2. Нахождение опасного сечения.
3. Из условия прочности по 3 или по 4 теории прочности подобрать диаметр стержня при заданном $[\sigma]$.

7.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Тестирование по теме.

Практическое занятие 9-10

Тема: Расчет на устойчивость

Цель занятия:

- усвоить практические расчеты на устойчивость;
- изучить устойчивые и неустойчивые формы равновесия;
- получить представление:
- о критической силе;
- о коэффициенте запаса устойчивости;
- о критическом напряжении;
- гибкости стержня и предельной гибкости;
- изучить условия устойчивости сжатых стержней, формулу Эйлера и эмпирические формулы для расчета критической силы и критического напряжения.

9.1 Вопросы для подготовки:

1. Понятие об устойчивом и неустойчивом равновесии.
2. Способы определения критической силы.
3. Критические напряжения.
4. Пределы применимости формулы Эйлера.

9.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Расчет на устойчивость»

Порядок выполнения расчета на устойчивость

1. Получение сведений о материале стержня для определения предельной гибкости стержня расчетным путем или по таблице.
2. Получение сведений о геометрических размерах поперечного сечения, длине и способах закрепления концов для определения категории стержня в зависимости от гибкости.
3. Выбор расчетных формул для определения критической силы и критического напряжения.
4. Проверка и обеспечение устойчивости.

5. Сравнить полученный расчетный запас устойчивости с допускаемым.

Может быть:

- прямая задача проектировочного расчета: дана стойка (ее размеры, способ крепления и нагружения, материал). Требуется определить допустимую нагрузку;
- обратная задача проектировочного расчета: дана конструкция стержня (схема нагружения, закрепления, форма сечения), материал, нагрузка. Требуется определить размеры сечения стержня.

9.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Тестирование по теме.

Практическое занятие 11-12

Тема: Выбор электродвигателя. Определение вращающих моментов на валах.

Цель занятия:

- освоить кинематический расчёт привода;
- рассмотреть три случая задания исходных данных;
- изучить определение требуемой мощности для трёх случаев;
- освоить:
- выбор электродвигателя;
- определение общего передаточного отношения и КПД;
- мощностей на валах;
- угловых скоростей;
- вращающих моментов на валах.

11.1 Вопросы для подготовки:

1. Понятие привода. Передачи понижающие (силовые) и повышающие.
2. Выбор электродвигателя для различных случаев задания исходных данных.
3. Определение общего КПД и общего передаточного отношения привода.
4. Определение мощностей на валах привода.
5. Определение частот вращения на валах привода.
6. Определение вращающих моментов на валах привода.

11.2 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Тестирование по теме.

Практическое занятие 13-14

Тема: Передачи вращательного движения.

Цель занятия:

- освоить порядок расчета:
- зубчатых передач;
- червячных передач;
- фрикционных передач;
- ременных передач;
- цепных передач;
- передачи винт-гайка.

11.1 Вопросы для подготовки:

1. Зубчатые передачи.
2. Червячные передачи.
3. Фрикционные передачи.
4. Ременные передачи.
5. Цепные передачи.
6. Передачи винт-гайка.

11.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Передачи вращательного движения».

Порядок расчета зубчатой передачи:

1. Выбор материала и термической обработки.

2. Допускаемые напряжения.
3. Межосевое расстояние.
4. Предварительные основные размеры колеса.
5. Модуль передачи.
6. Угол наклона и суммарное число зубьев.
7. Число зубьев шестерни и колеса.
8. Фактическое передаточное число.
9. Размеры колес.
10. Силы в зацеплении.
11. Проверка зубьев колес по напряжениям изгиба.
12. Проверка колес по контактным напряжениям.

11.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Тестирование по теме.

Практическое занятие 15-16

Тема: Подшипники качения.

Цель занятия:

- ознакомление с наиболее распространенными подшипниками качения;
- выбор типа и размера подшипника.
- усвоить, что основными критериями работоспособности подшипников качения является износостойкость рабочих поверхностей и долговечность подшипника;
- освоить методику подбора и расчета подшипников качения в соответствии рекомендации международной организации стандартизации МСО.

15.1 Вопросы для подготовки:

1. Подшипники качения.

15.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Подшипники качения».

1. Выбор типа и схемы установки подшипников.
2. Определение значений базовой динамической C_r и статической $C_{ог}$ радиальных грузоподъемностей; значений коэффициентов x радиальной, y осевой нагрузок, коэффициента e_l осевого нагружения.
3. Определение осевых сил R_{a1} и R_{a2} .
4. Нахождение коэффициентов осевой и радиальной нагрузок и коэффициента осевого нагружения в зависимости от отношения R_a/C_{o2} . Сравнение отношения R_a с коэффициентом осевого нагружения.
5. Сравнение отношения R_a/VR_g с коэффициентом e и окончательно принимают значения коэффициентов x и y .
6. Вычисление эквивалентной динамической нагрузки.
7. Определение скорректированного по условиям применения расчетного ресурса (долговечности) подшипника.
8. Оценка пригодность намеченного типоразмера подшипника.

13.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Тестирование по теме.

Практическое занятие 17-18

Тема: Резьбовые соединения. Сварные и заклепочные соединения.

Цель занятия:

- Усвоить, что основным критерием работоспособности является прочность;
- расчёт болтов по осевой и поперечной силе;
 - расчёт сварных соединений встык и угловыми швами;
 - расчёт заклепочных соединений.

17.1 Вопросы для подготовки:

1. Классификация, типы, основные требования к соединениям.

2. Основные типы резьб и области их применения.
3. Основные типы крепежных деталей и способы стопорения.

17.2 Методические рекомендации к решению задач по теме «Резьбовые соединения. Сварные и заклепочные соединения».

1. Расчет прочных клепаных соединений:
 - конструкции клепаных соединений, заклепочный шов;
 - причины разрушения заклепочных соединений;
 - расчетные формулы на прочность клепаного соединения;
 - формула прочности заклепок на срез;
 - формула прочности заклепок на смятие;
 - формула прочности соединения деталей на растяжение;
 - формула прочности соединения деталей на срез.

2. Расчет сварных соединений:
 - конструкции сварных соединений, швы;
 - расчет сварных соединений;
 - расчет стыковых соединений;
 - расчет нахлесточных соединений;
 - расчет таврового соединения.

13.3 Контроль усвоения материала предыдущего занятия:

Опрос по ключевым вопросам.

Тестирование по теме.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

3.1 Модуль «Теоретическая механика»

Лабораторная работа 1-3

Тема: Исследование плоской и пространственной системы сил с помощью ПЭВМ.

Цель занятия:

- приобретение опыта решения задач статики;
- составление уравнений равновесия и их решения;
- овладеть методами расчета плоской составной конструкции в условиях статического равновесия с использованием ПЭВМ;
- овладеть методами расчета пространственной конструкции в условиях статического равновесия с использованием ПЭВМ.

Вопросы для подготовки:

1. Приведение плоской системы сил к простейшему виду.
2. Основная теорема статики (теорема Пуансо): понятие главного вектора, главного момента.

Частные случаи приведения плоской системы сил к простейшему виду.

3. Аналитические условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Равновесие системы сочлененных тел.

4. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.

5. Аналитические условия и уравнения равновесия пространственной системы сил.

Порядок проведения работы:

1. Составить расчетную схему заданной механической конструкции. Аналитический расчет реакций опор производится на основе уравнений равновесия плоской системы сил, выражающих равенство нулю главного вектора и главного момента системы всех сил, действующих на каждый элемент конструкции.

2. Составить таблицу параметров активных сил и моментов, действующих на каждое звено конструкции. Такими параметрами являются:

- номер звена, к которому приложена рассматриваемая совокупность сил и моментов;
- число сил и моментов, действующих на каждое звено;

- проекции F_X , F_Y , M_Z каждой силы или момента (для силы $M_Z=0$, а для момента $F_X=0$, $F_Y=0$);

3. Координаты X_F и Y_F точки приложения силы (для момента $X_F=0$, $Y_F=0$).

Номер звена	Число сил	Проекции					Обозначение на схеме
		F_X		M_Z	X_F	Y_F	

4. Составить таблицу параметров опор. Такими параметрами являются:

- номер по порядку;
- код из трех чисел (C_1 и C_2 - номера двух звеньев, между которыми данная реакция возникает, C_3 - количество, возникающих в опоре реакций, C_4 - количество моментов, возникающих в реакции);
- проекции R_{VX} , R_{VY} , R_{MZ} направляющего вектора для каждой базовой составляющей реакции (для реакции силы $R_{MZ}=0$, для реакции момента $R_{VX}=R_{VY}=0$);
- координаты X_F и Y_F соответствующей опоры.

№ п/п	Код опоры				Направляющие векторы			Координаты опоры		Обозначение на схеме
	C_1	C_2	C_3	C_4	R_{VX}	R_{VY}	R_{MX}	X_F	Y_F	

Содержание отчета

Отчет включает в себя:

- титульный лист установленного образца;
- краткое условие задания;
- исходную и расчетную схемы составной конструкции;
- уравнения равновесия каждого элемента конструкции;
- таблицы параметров активных сил и опор;
- проверку правильности расчетов;
- проверку правильности расчета по уравнениям равновесия;
- выводы.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы

1. Что называется главным вектором плоской системы сил?
2. Что называется главным моментом плоской системы сил?
3. Каковы возможные случаи приведения сил, расположенных произвольно на плоскости?
4. При каком условии сила, равная главному вектору плоской системы сил, является равнодействующей этой системы?
5. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы сил.
6. Запишите три формы уравнений равновесия плоской системы сил.
7. Как поступают при наличии распределенной нагрузки?
8. Пусть для плоской системы сил суммы моментов относительно двух точек равны нулю. При каких дополнительных условиях система будет в равновесии?
9. Равновесие систем тел.
10. Почему главный момент зависит от центра приведения?

11. Сформулируйте основную теорему статики для плоской и для пространственной системы сил. В чем состоит смысл основной теоремы статики?
12. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил. Напишите их аналитические выражения.
13. Сформулируйте условия равновесия для пространственной системы сил.
14. Представьте момент силы относительно начала координат в виде определителя, вычислите его, интерпретируйте полученный результат. Найдите модуль и направление момента силы.
15. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил.
16. Напишите аналитические выражения для главного вектора и главного момента.
17. Как зависят главный вектор и главный момент от перемены центра приведения?
18. Частные случаи приведения системы пространственных сил к простейшему виду.

19. В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- способы приведения плоской и пространственной системы сил к простейшему виду;
- классифицировать статически определимые и статически неопределимые системы тел;
- приводить плоские и пространственные системы сил к простейшему виду;
- акцентировать внимание на частных случаях приведения плоских и пространственных систем сил;

уметь:

- классифицировать статически определимые и статически неопределимые системы тел;
- приводить плоские системы сил к простейшему виду и анализировать результаты;
- определять проекции векторных величин на плоскость и на оси координат;
- определять моменты векторных величин относительно координатных осей;
- рассчитывать алгебраический момент силы относительно начала координат;
- определять главный вектор и главный момент плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил;
- составлять уравнения равновесия тел и сочлененных конструкций, находящихся под действием плоской или пространственной систем сил.

владеть навыками:

- решения задач на равновесие тел, находящихся под действием плоских систем сил, в том числе составных конструкций;
- решения задач на условия равновесия тел, находящихся под действием произвольной пространственной системы сил.

Лабораторная работа 4

Тема: Простейшие движения абсолютно твердого тела.

Цель занятия:

- ознакомление с методикой составления кинематических схем рядовых зубчатых передач;
- исследование способов передачи вращательного движения по имеющимся моделям;
- определение передаточных отношений рядовых передач аналитическим и графическим методом.

Вопросы для подготовки:

1. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях тела при поступательном движении.
2. Вращение тела относительно неподвижной оси. Признаки вращательного движения. Характеристики вращательного движения тела.
3. Способы передачи вращательного движения. Передаточное отношение.

Оборудование: модели зубчатых механизмов.

Порядок проведения работы:

1. Изобразить в соответствии с ГОСТ 2.770-68* кинематическую схему заданного механизма.

2. Арабскими цифрами обозначить номера зубчатых колес. Установить тип механизма, и, охарактеризовать, из каких зубчатых колес он составлен.
3. Вывести в аналитическом виде формулу передаточного отношения согласно полученной схеме.
4. Подсчитать числа зубьев колес и рассчитать общее передаточное отношение аналитическим путем.
5. Вычертить схему в масштабе чисел зубьев и определить передаточное отношение графическим путем.
6. Сравнить значения, полученные в пунктах 4 и 5.
7. Сделать выводы по работе.

Содержание отчета.

Отчет должен содержать

1. Наименование и цель работы.
2. Кинематические схемы предложенных для исследования передач вычерченных в масштабе чисел зубьев.
3. Результаты определения передаточных отношений рядовой передачи аналитическим, графическим и экспериментальным путем.
4. Анализ полученных результатов.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

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. Объясните, как направлен вектор скорости точки, вращающейся вокруг неподвижной оси?
14. Запишите формулу Эйлера. В чем ее физический смысл ?
15. Что представляет собой передаточное отношение передачи и как оно определяется для многоступенчатой передачи?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- способы преобразования простейших движений твердого тела и чем это преобразование может быть реализовано;
- законы поступательного и вращательного движения твердого тела;
- кинематические характеристики тела и отдельных его точек в случае вращательного движения;
- назначение и область применения зубчатых передач, их классификацию;

уметь:

- провести расчеты при преобразовании простейших движений твердого тела;

- определять передаточное отношение рядовых зубчатых передач и коробок скоростей;

владеть:

- методами кинематического исследования зубчатых передач.

Лабораторная работа 5-6

Тема: Плоскопараллельное движение.

Цель занятия:

- освоение методики аналитического исследования плоских механизмов с одной степенью свободы на ПЭВМ.

Вопросы для подготовки:

1. Определение плоского движения. Примеры плоского движения. Разложение движения плоской фигуры на два движения.
2. Определение скорости любой точки фигуры как суммы двух скоростей. Определение мгновенного центра скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры и точек звеньев плоского механизма с помощью МЦС.
3. Определение ускорения любой точки фигуры при ее движении в плоскости через полюс. Определение ускорений точек звеньев плоского механизма и угловых ускорений звеньев.

Лабораторное оборудование:

Для выполнения лабораторной работы используется комплект моделей плоских механизмов рычажных механизмов. Пакет прикладных программ.

Порядок проведения работы:

- определить линейные скорости и ускорения точек звеньев;
- изучить аналитический метод исследования кинематики плоских рычажных механизмов;
- подготовить исходные данные и составить таблицу для ввода в ПЭВМ;
- сравнить результаты, полученные методом вычисления скоростей через мгновенный центр скоростей и аналитический методы.

Содержание отчета

Отчет о работе должен содержать:

- наименование и цель работы;
- схему механизма, исходные данные и постановку задачи;
- расчет кинематики механизма аналитическим методом в одном положении;
- таблицу исходных данных для ввода в ЭВМ;
- расчет на ЭВМ кинематики заданного механизма;
- таблицу сравнения результатов расчета методом планов и аналитическим методом.

При сравнении результатов необходимо помнить, что на ЭВМ определяются не скорости и ускорения, а их аналоги.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какие задачи решаются при кинематическом анализе механизма?
2. Чем определяется последовательность кинематического анализа механизма?
3. Что называется функцией положения?
4. Что называется первой и второй передаточной функцией? Какой физический смысл имеет первая передаточная функция? Какой физический смысл имеет вторая передаточная функция?
18. Признаки сборок структурных групп, вводимые в ЭВМ.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- методы исследования кинематики механизмов второго класса, второго порядка;
- аналитические методы исследования кинематики механизмов второго класса, второго порядка;

уметь:

- пользоваться методами расчета на ПЭВМ плоских рычажных механизмов;
- произвести исследование плоских рычажных механизмов аналитическим методом;

владеть:

- аналитическими методами кинематического исследования плоских рычажных механизмов.

Лабораторная работа 7

Тема: Плоскопараллельное движение.

Цель занятия:

- исследование кинематики планетарных передач по имеющимся моделям.
- ознакомление с конструкцией, кинематикой планетарных и дифференциальных передач по имеющимся моделям;
- определение скоростей и ускорений планетарного и дифференциального механизмов;

Содержание отчета.

Отчет должен содержать

1. Наименование и цель работы.
2. Кинематические схемы предложенных для исследования передач вычерченных в масштабе чисел зубьев.
3. Результаты определения скоростей и ускорений планетарного редуктора аналитическим путем.
4. Анализ полученных результатов.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Перечислить звенья, входящие в простейшие зубчатые механизмы.
2. Перечислить звенья, входящие в сложные зубчатые механизмы.
3. Цель использования многоступенчатых передач.
4. Перечислить основные типы зубчатых передач.
5. Чем планетарная зубчатая передача отличается от непланетарной?
6. Зачем устанавливают несколько сателлитов в планетарном механизме?
7. Как определить передаточное отношение планетарной зубчатой передачи?
8. Когда учитываются знаки передаточных отношений ступеней зубчатой передачи?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- назначение и область применения зубчатых передач, их классификацию;

уметь:

- определять передаточное отношение планетарных передач;

владеть:

- методами кинематического исследования зубчатых передач.

Лабораторная работа 8-9

Тема: Дифференциальные уравнения движения материальной точки.

Цель занятия:

- приобретение опыта построения расчетной динамической модели по описанию задачи;
- освоение методики составления дифференциальных уравнений движения материальной точки;
- знакомство с методами аналитического и численного исследования уравнений движения материальной точки.

Вопросы для подготовки:

1. Инерциальная и неинерциальная система отсчета. Первая и вторая задачи динамики.
2. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки: в векторном виде, в проекциях на оси декартовой и естественной систем координат.
3. Дифференциальные уравнения движения механической системы.

Лабораторное оборудование:

Для выполнения лабораторной работы используется комплект задач по динамике материальной точки.

Порядок проведения работы:

- выбрать и изобразить на чертеже систему координат;
- изобразить на рисунке точку в текущем положении и действующие на точку силы;
- записать дифференциальные уравнения движения точки в векторном виде;

- спроектировать эти векторные равенства на координатные оси;
- в зависимости от условий задачи найти первые и вторые интегралы дифференциальных уравнений;

- определить начальные условия движения точки;

- определить постоянные интегрирования исходя из начальных условий;

- определить требуемые по условиям задачи величины.

Содержание отчета

Отчет о работе должен содержать:

- наименование и цель работы;

- исходные данные и постановку задачи;

- дифференциальные уравнения движения точки в векторном и координатном виде.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Как записываются дифференциальные уравнения движения точки в проекциях на оси координат (декартовы, естественные).

2. Каковы две основные задачи динамики точки, которые решаются при помощи дифференциальных уравнений движения точки?

3. Сформулируйте первую (прямую) задачу динамики точки.

4. Как определяются произвольные постоянные при интегрировании дифференциальных уравнений движения материальной точки?

5. Сформулируйте вторую (обратную) задачу динамики точки.

6. Дайте определение инерциальной системы отсчета.

7. Как записываются дифференциальные уравнения движения механической системы, каково их число и порядок? В чем сложность их интегрирования?

8. Как классифицируются задачи динамики механической системы?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- математическую запись второго закона Ньютона;

- акцентировать внимание на границах применимости законов Ньютона;

- дифференциальные уравнения движения материальной точки при разных способах задания ее движения;

уметь:

- составлять дифференциальные уравнения движения материальной точки при разных способах задания ее движения;

- решать дифференциальные уравнения с целью получения законов движения свободной материальной точки;

- определять постоянные интегрирования по заданным начальным условиям движения;

- исследовать закон движения точки;

владеть навыками решения задач динамики свободной материальной точки.

3.1 Модуль «Теория механизмов и машин»

Лабораторная работа 1

Тема: Основные виды механизмов.

Цель занятия

- ознакомление с классификацией машин;

- ознакомление с классификацией механизмов по методам расчета;

- ознакомление с классификацией механизмов по конструктивным и функциональным признакам по имеющимся моделям;

- ознакомление с принципом действия и строением наиболее распространенных механизмов.

Лабораторное оборудование:

При выполнении лабораторной работы используется комплект моделей плоских механизмов.

Изучив тему, студент должен:

уметь:

- определять к какому классу относится машина с точки зрения выполняемых ею функций;
- определять класс механизма по конструктивным и функциональным признакам.

Содержание отчета.

Отчет о лабораторной работе должен содержать краткие теоретические сведения о рассмотренных механизмах.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы:

1. Дайте определение машинного агрегата.
2. Что называется машиной, аппаратом, прибором? Как классифицируются машины по выполняемым рабочим процессам?
3. Что называется механизмом? Как классифицируются механизмы по методам расчета?
4. Как классифицируются механизмы по конструктивным и функциональным признакам?
5. Дайте определение рычажного механизма. Приведите схемы рычажных механизмов.
6. Какой механизм называется:
 - кривошипно–коромысловым;
 - двухкривошипным;
 - двухкоромысловым;
 - шарнирным четырехзвенником;
 - кривошипно-ползунным;
 - кулисным;
 - механизмом качающегося ползуна;
 - синусным механизмом;
 - тангенсным механизмом.
7. Какие механизмы называются кулачковыми? Особенности кулачковых механизмов и их назначение.

Приведите схемы плоских кулачковых механизмов:

- с различными способами замыкания высшей кинематической пары;
- с различными видами законов движения кулачка;
- с различными видами законов движения толкателя.

8. Какой механизм называется зубчатым? Особенности зубчатых передач и их назначение:

- цилиндрической;
- конической;
- винтовой;
- червячной;
- зубчато-рычажных механизмов.

Приведите их схемы.

9. Какие механизмы называются механизмами прерывистого движения. Особенности механизмов прерывистого движения и их назначение.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- классификацию машин;
- основные виды механизмов и их классификацию.

Лабораторная работа 2

Тема: Составление структурных и кинематических схем механизмов. Структурный анализ механизмов.

Цель занятия

- изучение применяемых для обозначения на кинематических схемах условных изображений звеньев и кинематических пар;
- составление структурных и кинематических схем механизмов;
- определение степени подвижности механизма;

- выявление пассивных связей и местных подвижностей;
- определение класса и порядка каждой группы Ассура, входящей в состав механизма;
- определение класса и порядка механизма в целом;
- составление формулы структурного строения механизма.

Лабораторное оборудование:

При выполнении лабораторной работы используется комплект моделей плоских механизмов. В комплект моделей механизмов входит двенадцать моделей, состоящих из двигателя, передаточного механизма и исполнительного механизма.

Для выполнения работы необходимы также измерительные инструменты и чертежные принадлежности.

Порядок проведения работы:

1. Ознакомиться с механизмом, установить его назначение и название.
2. Привести в движение входное звено, проследить характер движения промежуточных и выходного звеньев.
3. Определить какие кинематические пары образуют звенья механизма друг с другом (плоские или пространственные, высшие или низшие, вращательные или поступательные, определить класс пары).
4. Составить структурную схему механизмов. Для этого:
 - вычертить одно из положений входного звена, при котором достаточно хорошо видны все остальные звенья;
 - построить положение остальных звеньев механизма;
 - пронумеровать звенья арабскими цифрами в порядке их присоединения к входному звену механизма;
 - обозначить кинематические пары большими буквами латинского алфавита.
5. Измерить необходимые параметры звеньев: расстояния между центрами шарниров, постоянные углы между плечами звеньев. Составить таблицу звеньев (в нее включить длину звена в метрах, название звена).
6. Выбрать масштабный коэффициент длины (μ_l) для построения кинематической схемы. Помнить, что масштабные коэффициенты длины нельзя вводить произвольным способом – они должны соответствовать ГОСТу.
7. Перевести размеры звеньев в миллиметры чертежа.
8. Построить кинематическую схему механизма. Для этого:
 - провести разметку всех неподвижных центров шарниров, соединяющих стойку с подвижными звеньями, и нанести положение неподвижных направляющих поступательных кинематических пар механизма;
 - повторить подпункты пункта 4.
9. Направление движения входного звена показать стрелкой.
10. Определите степень подвижности механизмов по формуле Чебышева.
11. Если W механизма не совпадает с числом входных звеньев, необходимо выявить звенья, создающие пассивные связи или местные подвижности и исключить их из исследуемого механизма. При наличии в механизме высших кинематических пар произвести условную замену каждой пары одним звеном с двумя низшими парами и начертить схему мгновенного заменяющего механизма, при котором наиболее хорошо видны все звенья.
12. Определите входное звено механизма, и, отделить начальный механизм.
13. Выделите присоединенные к начальному механизму группы Ассура и определить их класс и порядок. При выделении структурных групп необходимо:
 - определить кинематическую цепь (структурную группу Ассура), которая присоединяется последней в порядке наложения;
 - выделить следующую в порядке наложения структурную группу Ассура и так до тех пор, пока не останется начальный механизм I класса I порядка.
14. При проведении структурного анализа следует помнить следующее:

- одно и то же звено или одна и та же пара не может принадлежать различным кинематическим цепям;
- отсоединенная часть механизма должна удовлетворять условию $W=0$;
- оставшаяся кинематическая цепь должна обладать той же степенью подвижности, что и исходный механизм;
- необходимо следить за тем, чтобы ошибочно не принять несколько простых групп за одну группу более высокого класса (или порядка), потому надо в первую очередь выделять простые группы.

15. При структурном анализе следует делать записи, в которых вращательная кинематическая пара 5-го класса обозначается буквой, обведенной в кружок, а поступательная в квадрат:

16. Составить формулу структурного строения механизма, показывающую порядок присоединения групп Ассура к начальному механизму.

17. Определите по формуле структурного строения класс и порядок механизма по классификации Ассура-Артоболевского.

Содержание отчета.

Отчет о работе должен содержать:

1. Наименование и цель работы.
2. Структурную схему действительного механизма.
3. Структурную схему заменяющего механизма.
4. Кинематическую схему механизма.
5. Таблицы звеньев и кинематических пар.
6. Результаты структурного анализа по Ассуру-Артоболевскому.
7. Формулу структурного строения механизмов.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Что называется механизмом?
2. Что называется звеном механизма?
3. Что называется входным, выходным, промежуточными звеньями?
4. Как классифицируются звенья по виду движения?
5. Что называется кинематической парой?
6. Как классифицируются кинематические пары по числу условий связи и по числу степеней свободы?
7. Какие кинематические пары относятся:
 - а) к высшим;
 - б) к низшим;
 - в) к плоским;
 - г) к пространственным?
8. Что называется кинематической цепью?
9. Чем отличается механизм от кинематической цепи?
10. Какие виды кинематических цепей существуют?
11. Какой механизм называется шарнирным?
12. Как классифицируются рычажные механизмы в зависимости от звеньев, входящих в их состав?
13. Дать определение структурной и кинематической схемы механизма.
14. Что такое масштабный коэффициент? Как он определяется?
15. Как связаны между собой детали, образующие подвижное звено?
16. Как связаны между собой детали, образующие неподвижное звено?
17. Укажите, какие из перечисленных кинематических пар высшие, а какие – низшие:
 - а) подшипник скольжения и вал, вращающийся в нем;
 - б) каретка, перемещающаяся в направляющих и соприкасающаяся с ними по поверхности;
 - в) контакт зубьев двух зубчатых колес;
 - г) винт и неподвижная опора, в которой он вращается.

18. Детали каких кинематических пар подвергаются большему износу и почему?
19. Начертите условные изображения следующих элементов кинематических схем: а) соединение двух подвижных звеньев, составляющих вращательную пару;
б) соединение подвижного и неподвижного звеньев, составляющих вращательную пару;
в) соединение неподвижного звена и подвижного, перемещающегося поступательно;
г) подшипник: радиальный и упорный;
д) передачи зубчатые: цилиндрическую, коническую и червячную.
20. Какие виды кинематических цепей вы знаете?
21. Что определяет степень подвижности?
22. По какой формуле определяется степень подвижности плоского механизма? По какой формуле определяется степень подвижности пространственного механизма?
23. Сколько степеней свободы имеет свободное звено в плоскости?
24. Сколько степеней свободы отнимает от механизма низшая пара и сколько высшая?
25. Влияют ли размеры звеньев на принцип действия механизмов?
26. Учитывают ли конструктивную форму звеньев при вычерчивании кинематических схем механизмов?
27. Какой размер звена вычерчивается на схеме: полная длина звена или расстояние между центрами кинематических пар?
28. Определите истинную длину звена, если отрезок, изображающий это звено на кинематической схеме $l=200$ мм, а масштабный коэффициент длины $\mu_l=0,005$ м/мм.
29. Какими кинематическими парами (низшими или высшими) сочленены звенья кривошипно-ползунного механизма?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- классификацию и условное обозначение звеньев механизма;
- классификацию и условное обозначение кинематических пар;
- классификацию кинематических цепей;
- отличие механизма от кинематической цепи;
- классификацию групп Ассура;
- порядок структурного анализа механизмов;
- избыточные связи и местные подвижности;
- принцип замены высших кинематических пар низшими кинематическими парами.

уметь:

- составить структурную и кинематическую схемы механизма;
- пользоваться масштабным коэффициентом длины;
- произвести структурный анализ механизма;
- записывать структурные формулы и определять степень подвижности механизмов;
- записывать формулу структурного строения механизмов и объяснять ее физический смысл.

владеть:

- навыками решения задач по теме.

Лабораторная работа 3

Тема: Кинематика рычажных механизмов. Программы расчета на ЭВМ.

Цель занятия

- ознакомление с методами кинематического анализа плоских рычажных механизмов;
- изучение графоаналитического метода (метод планов скоростей и ускорений) для механизмов второго класса, второго порядка;
 - изучение методики построения планов положений рычажных механизмов, определение «крайних» положений;
 - изучение методики кинематического анализа механизма, имеющего одну степень свободы (второго класса, второго порядка) с различными вариантами сборок механизма;
 - определение кинематических характеристик для определенного положения входного звена по величине и по направлению;

- изучение аналитического метода кинематического исследования плоских рычажных механизмов второго класса, второго порядка;
- изучение пакета прикладных программ, используемых для исследования кинематики плоских рычажных механизмов.

Лабораторное оборудование:

Для выполнения лабораторной работы используется комплект моделей плоских механизмов рычажных механизмов. Пакет прикладных программ.

Порядок проведения работы:

- выбрать масштабный коэффициент и вычертить кинематическую схему механизма;
- выполнить структурный анализ механизма, записать формулу структурного строения механизма;
- построить план положений четырехзвенного механизма, определить его «крайние» положения;
- выбрать масштабный коэффициент плана скоростей и ускорений;
- записать векторные уравнения скоростей и ускорений;
- построить план скоростей и ускорений из одного центра (полюса) в соответствии с планом положений;
- определить все угловые скорости и ускорения звеньев механизма по величине и по направлению;
- определить линейные скорости и ускорения точек звеньев;
- изучить аналитический метод исследования кинематики плоских рычажных механизмов;
- подготовить исходные данные и составить таблицу для ввода в ПЭВМ;
- сравнить графоаналитический и аналитический методы.

Содержание отчета.

Отчет о работе должен содержать:

- наименование и цель работы;
- схему механизма, исходные данные и постановку задачи;
- определение степени подвижности механизма;
- формулу структурного строения механизма;
- планы положений механизма, определение «крайних» положений механизма;
- планы скоростей и ускорений;
- таблицы скоростей и ускорений;
- вывод о характере движения звеньев механизма в заданном положении;
- расчет кинематики механизма аналитическим методом в одном положении;
- таблицу исходных данных для ввода в ЭВМ;
- расчет на ЭВМ кинематики заданного механизма;
- таблицу сравнения результатов расчета методом планов и аналитическим методом.

При сравнении результатов необходимо помнить, что на ЭВМ определяются не скорости и ускорения, а их аналоги.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какие задачи решаются при кинематическом анализе механизма?
2. Чем определяется последовательность кинематического анализа механизма?
3. Что называется планом положений рычажного механизма?
4. Как определяются «крайние» положения в кривошипно-коромысловом и кривошипно-ползунном механизме? В кулиском механизме?
5. Что называется планом скоростей и ускорений? Какой физический смысл имеет план скоростей и план ускорений?
6. Сформулируйте теорему подобия.
7. Что называется масштабом кривошипа?
8. Какое преимущество дает построение планов скоростей и ускорений в масштабе кривошипа?
9. Что такое аналог скорости, что такое аналог ускорения, какова их размерность.

10. Как пользуясь планом скоростей определить аналог скорости? Действительную скорость?
11. Как определяется масштабный коэффициент плана скоростей? Плана ускорений?
12. Как связаны аналог скорости и скорость, аналог ускорения и ускорение?
13. Что такое сборка механизма? Постройте механизм с иной сборкой звеньев.
14. Что называют мёртвым (особым) положением структурной группы? Возможны ли эти, положения в исследуемом механизме? Что предпринимается для прохода звеньев через эти положения?
16. Что называется функцией положения?
17. Что называется первой и второй передаточной функцией? Какой физический смысл имеет первая передаточная функция? Какой физический смысл имеет вторая передаточная функция?
18. Признаки сборок структурных групп, вводимые в ЭВМ.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- методы исследования кинематики механизмов второго класса, второго порядка;
- аналитические методы исследования кинематики механизмов второго класса, второго порядка;

уметь:

- определять масштабные коэффициенты длины, скоростей и ускорений;
- строить планы положений, скоростей и ускорений;
- методами расчета на ПЭВМ плоских рычажных механизмов;
- произвести исследование плоских рычажных механизмов аналитическим методом;

владеть:

- графоаналитическими и аналитическими методами кинематического исследования плоских рычажных механизмов.

Лабораторная работа 4

Тема: Синтез рычажных механизмов. Программы расчета на ПЭВМ.

Цель занятия

- научить студентов системному подходу к проектированию машин и механизмов, нахождению оптимальных параметров по заданным условиям работы;
- нахождение оптимальных размеров звеньев в механизме по заданной схеме;
- анализ полученного решения;
- оценка качества механизма по заданному или выбранному критерию качества;
- отыскание таких значений геометрических параметров механизма, при котором критерий качества принимает допустимое значение.

Порядок проведения работы:

- по результатам лабораторной работы №3 выбрать и обосновать геометрические и кинематические критерии оценки качества механизма и определить их допустимые значения;
- заполнить таблицу критериев качества;
- выбрать выходные величины, необходимые для дальнейшего исследования.

Помнить о том, что одновременно могут быть изменены только два параметра механизма, относящиеся к одной структурной группе.

Перечень критериев синтеза, которые могут быть использованы (принимаются по указанию преподавателя):

- величина хода выходного звена H_{MAX} (линейная - в метрах для ползуна, угловая – в радианах – для коромысла и качающейся кулисы);
- отношение длительности рабочего хода к длительности холостого хода при равномерном вращении кривошипа ФРБ/ФХОЛ (коэффициент производительности);
- длительность выстоя, т.е. интервал изменения угла поворота кривошипа $\Phi_{ВЫСТ}$ в радианах, при котором модуль скорости не превосходит $A\%$ от максимальной скорости V_{MAX} ;
- длительность рабочего участка $\Phi_{РАБ}$, т.е. интервал изменения угла поворота кривошипа, на котором модуль ускорения не превосходит $A\%$ от максимального ускорения a_{MAX} ;

- K_1 – максимум передаточной функции первого порядка, отнесенная к длине кривошипа $K_1 = \Pi_{1\text{MAX}}/L$;
- K_2 – критерий, характеризующий условия передачи сил в кинематической паре последней группы Ассура.

Пользуясь материалами конспекта лекций, определить допустимый диапазон изменения этих двух параметров, в котором выполняется условие существования кривошипа.

Если критерии качества не принимают приемлемых значений в диапазоне изменения искомых параметров, то следует выбрать новые параметры и повторить процедуру сначала.

Содержание отчета.

Отчет о работе должен содержать:

- расчет на ЭВМ кинематики механизма;
- выбранные и обоснованные критерии качества передачи движения;
- оценку механизма по выбранным критериям качества;
- откорректированные параметры механизма.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. В чем заключается проблема проектирования механизмов и каков порядок её решения;
2. В чем заключается метод многопараметрической оптимизации?
3. Какую функцию называют целевой?
4. В чем состоит задача синтеза о воспроизведении заданного закона движения?
5. Приведите примеры механизмов, в которых требуется получить достаточно точное воспроизведение заданного закона движения.
6. Сколько решений возможно при синтезе шарнирного четырехзвенника по двум положениям шатуна (по трем положениям шатуна)?
7. Что называется коэффициентом изменения средней скорости выходного звена?
8. Расскажите о критериях качества передачи движения. Каков их физический смысл? Как их рассчитать? Каковы их допустимые значения? Как влияют на них параметры механизма?
9. Покажите углы давления и углы передачи на схеме механизма. Как они влияют на качество передачи сил? В каких механизмах углы давления стремятся уменьшать, в каких увеличивать.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- основные и дополнительные условия синтеза плоских рычажных механизмов;

уметь:

- провести оценку качества механизма по заданному или выбранному критерию качества;
- отыскать такие значения геометрических параметров механизма, при которых критерий качества принимает допустимое значение.

владеть:

- методами оптимального синтеза плоских рычажных механизмов.

Лабораторная работа 5

Тема: Кинетостатика рычажных механизмов. Программы расчета на ПЭВМ.

Цель занятия

- ознакомление с методами кинетостатического исследования плоских рычажных механизмов, имеющих одну степень свободы;
- определение по величине и направлению сил и моментов сил инерции в звеньях механизма и усилий в кинематических парах;
- определение уравновешивающего момента на входном звене механизма;
- проверка с помощью жесткого рычага Жуковского правильность выполнения кинетостатического расчета
- научиться проводить кинетостатическое исследование рычажных механизмов на ЭВМ.

Порядок проведения работы:

- по результатам лабораторной работы №3 выбрать и обосновать положение для кинетостатического расчета механизма;
- перенести план скоростей и ускорений для выбранного положения из лабораторной работы №3;
- определить массу и момент инерции для всех звеньев механизма;
- найти значение и направление силы инерции и момента сил инерции для всех звеньев механизма;
- вычертить последнюю присоединенную группу Ассура с учетом масштабного коэффициента длины и на ней в соответствующих точках приложить векторы, изображающие внешние силы и моменты;
- заменить отброшенные связи реакциями связей;
- записать уравнения моментов и определить тангенциальные составляющие реакций;
- составить векторные уравнения всех сил (известных и неизвестных), приложенных к группе Ассура, и выбрать масштабный коэффициент плана сил;
- построить на основании векторных уравнений силовой многоугольник и определить из него нормальные составляющие реакций и полные реакции;
- выполнить те же пункты для других групп Ассура, входящих в механизм в последовательности, обратной образованию механизма;
- начертить в масштабном коэффициенте длины входное звено механизма, и, из условия его равновесия определить уравнивающий момент на входном звене;
- построить жесткий рычаг Жуковского и определить приведенный момент сил сопротивления;
- сравнить результаты определения уравнивающего момента и момента сил сопротивления, помнить, что они равны по модулю и противоположны по направлению.

Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Расчет значений рабочей нагрузки механизма.
3. План скоростей и ускорений расчетного положения.
4. Кинематическая схема механизма с силовой нагрузкой.
5. Определение масс, моментов инерции, сил инерции и моментов от сил инерции для всех звеньев механизма.
6. Графические построения и векторные уравнения равновесия, необходимые для определения реакций в кинематических парах.
7. Определение уравнивающего момента на входном звене и приведенного момента сил сопротивления на рычаге Жуковского.
8. Таблицу параметров для ввода в ПЭВМ.
9. Результаты расчета графоаналитическим и аналитическим методом.
10. Анализ полученных результатов.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какова цель кинетостатического анализа механизма?
2. Какие методы и принципы механики используются при кинетостатическом анализе?
3. Какова последовательность кинетостатического анализа? Почему принимается такая последовательность?
4. Каким образом и почему выбирается положение для кинематического анализа?
5. Почему кинематический расчет проводят по группам Ассура, а не по звеньям?
6. Какие силы, приложенные к группе Ассура, относятся к внешним, какие к внутренним?
7. Какие силы, приложенные к механизму - внешние, а какие внутренние?
8. Как определять модуль и направление силы инерции, приложенных к заданному звену, момента силы инерции?
9. Как определить реакцию в заданном шарнире?
10. Как определять тангенциальную составляющую реакции в заданном шарнире?

11. Какой физический смысл имеет план сил?
12. Как проводится проверка методом Жуковского?
13. Какой физический смысл рычага Жуковского?
14. Почему при расчете входного звена к нему прикладывается уравнивающий момент?
15. Каким образом можно заменить силу инерции и момент от силы инерции, действующих в одном звене, одной силой?
16. На основании какого принципа находится уравнивающий момент по рычагу Жуковского?
17. Физический смысл уравнивающего момента и приведенного момента?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- методы силового (кинетостатического) исследования плоских рычажных механизмов, имеющих одну степень свободы;
- определение уравнивающего момента на входном звене механизма;

уметь:

- провести кинетостатическое исследование рычажных механизмов, имеющих одну степень свободы графоаналитическим методом;
- провести кинетостатическое исследование рычажных механизмов на ЭВМ;

владеть:

- графоаналитическим и аналитическим методами кинетостатического исследования плоских рычажных механизмов

Лабораторная работа 6

Тема: Определение приведенного момента инерции рычажных механизмов.

Цель занятия

- ознакомление с принципом действия приборов для определения приведенного момента инерции экспериментальным методом;
- изучение свободных колебаний для определения приведенного момента инерции;
- ознакомление с одним из экспериментальных методов определения моментов инерции.

В работе используется три установки, позволяющие экспериментальным методом определять приведенные моменты инерции кривошипно-коромыслового, кривошипно-кулисного и кривошипно-ползунного механизмов при различных положениях начальных звеньев.

Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Сводную таблицу величин, получаемых в результате эксперимента и расчетов значений периода колебаний, приведенной массы, приведенного момента инерции.
3. График изменения приведенного момента инерции в зависимости от угла поворота входного звена.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Какими параметрами характеризуется геометрия масс звена?
2. Что служит мерой инертности звена при поступательном движении?
3. Что называется моментом инерции звена относительно некоторой оси?
4. В чем заключается теорема Гюйгенса о моментах инерции относительно параллельных осей?
5. Какой из моментов инерции звена больше относительно центральной оси или относительно параллельной ей оси?
6. Что представляет собой радиус инерции звена?
7. Какова размерность момента инерции звена и радиуса инерции звена?
8. Какое условие положено в основу приведения масс и моментов инерции?
9. Что называется звеном приведения?
10. В чем отличие приведения масс для поступательно движущегося и для вращающегося звена приведения?

11. Зависит ли приведенный момент инерции от закона движения механизма?
12. Какие существуют методы определения приведенного момента инерции?
13. Зависит ли величина приведенного момента инерции от скорости звена приведения?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- метод приведения масс и моментов инерции, его суть;

уметь:

- определять приведенный момент инерции для заданного механизма, имеющего одну степень свободы;

владеть:

- методами определения приведенного момента инерции, приведения масс и сил.

Подготовка к занятию

Лабораторная работа 7

Тема: Кинематика зубчатых передач.

Цель занятия

- ознакомление с конструкцией, кинематикой планетарных и дифференциальных передач по имеющимся моделям;
- ознакомление с методикой составления кинематических схем рядовых зубчатых передач;
- ознакомление с методикой составления кинематических схем планетарных и дифференциальных редукторов;
- определение передаточных отношений рядовых передач аналитическим и графическим методом;
- определение передаточных отношений и К.П.Д. планетарного и дифференциального механизмов;

Содержание отчета.

Отчет должен содержать

5. Наименование и цель работы.
6. Кинематические схемы предложенных для исследования передач вычерченных в масштабе чисел зубьев.
7. Таблицу кинематических пар.
8. Результаты определения по формуле Чебышева степени подвижности передач.
9. Результаты определения передаточных отношений рядовой передачи и планетарного редуктора аналитическим, графическим и экспериментальным путем.
10. Условие соосности.
11. Анализ полученных результатов.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Каковы степени свободы планетарного и дифференциального механизмов?
2. В чем заключается метод обращения движения и где он используется?
3. Составьте схему планетарного редуктора и выведите формулу для определения передаточного отношения.
4. Какой из редукторов Джемса или Давида следует применять в силовых тяжело нагруженных передачах и почему?
5. В чем заключается условия соосности, соседства и сборки?
6. Какая передача называется планетарной?
7. Каковы основные преимущества и недостатки планетарных передач?
8. В каком случае планетарную передачу называют дифференциалом?
9. Какова область применения дифференциальных механизмов?
10. От чего зависит К.П.Д. планетарных передач?

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- назначение и область применения зубчатых передач, их классификацию;

уметь:

- определять передаточное отношение и КПД рядовых зубчатых передач, коробок скоростей, планетарных и дифференциальных передач;

владеть:

- методами кинематического исследования зубчатых передач.

Лабораторная работа 8

Тема: Нарезание зубчатых колес методом обкатки.

Цель занятия

- приобретение практических навыков расчета зубчатых передач;
- изучение процесса нарезания зубчатых колес методом огибания (обкатки) с помощью инструментальной рейки;
- изучение процесса нарезания зубчатых колес методом огибания (обкатки) с помощью долбяка;
- ознакомиться с явлением подрезания зубьев в процессе их изготовления.

Содержание отчета.

Отчет о работе должен содержать:

- бумажный круг – заготовки с профилем зубьев, полученных при различных значениях коэффициента смещения;
- таблицу расчетов параметров колес при различных значениях коэффициента смещения;
- выводы о влиянии величины смещения на параметры зубчатых колес.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Что такое угол передачи давления?
2. Сформулируйте и докажите основную теорему зацепления.
3. Какому условию должны удовлетворять профили зубьев передачи с постоянным передаточным отношением?
4. Что такое эвольвента окружности, как её построить?
5. Что называется модулем и шагом зацепления?
6. По модулю и числу зубьев определите параметры (неисправленного) колеса, радиусы четырех окружностей (делительной, основной, впадин и выступов), шаг зацепления, толщину зуба по делительной окружности.
7. В чем заключается явление подрезания зубьев и при каких условиях оно возникает?
8. Почему в большинстве случаев ножка зуба колеса изнашивается сильнее, чем головка зуба?
9. Почему дуга зацепления должна быть больше шага?
10. Как расположена делительная прямая рейки относительно делительной окружности колеса при $x=0$; $x>0$; $x<0$?
11. Как определить коэффициент смещения при котором возникает подрезание зуба?
12. Какие параметры зубчатого колеса зависят от смещения? Какие не зависят?
13. Как влияет коэффициент смещения на коэффициент перекрытия зубчатой передачи?
14. Показать угол давления для любой точки профиля зуба.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- назначение и область применения зубчатых передач, их классификацию;

уметь:

- определять передаточное отношение и КПД рядовых зубчатых передач, коробок скоростей, планетарных и дифференциальных передач;

владеть:

- практическими навыками геометрического расчета эвольвентных зубчатых колес.

Лабораторная работа 9

Тема: Профилирование кулачка по заданному закону движения толкателя.

Цель занятия

- изучение наиболее распространенных законов движения кулачковых механизмов;

- ознакомление с практическими приемами проектирования кулачковых механизмов по заданному закону движения толкателя;
- научиться строить профиль кулачка по заданному закону движения толкателя.

Порядок проведения лабораторной работы

1. Ознакомьтесь с устройством и работой прибора типа ТММ – 21 для построения профиля кулачка.
2. Диск, каретку и сектор установите в исходное положение, при котором все индексы совпадают с нулевыми делениями шкал, а на продольной каретке – с делением 12.
3. Бумажный круг ϕ 190-200 мм укрепите на диске, предварительно сняв зажим.
4. По заданным исходным величинам настройте прибор согласно рис. 1 а или 1 б.
5. По заданному закону движения толкателя, вычислите таблицу значений перемещений толкателя в функции угла поворота кулачка (табл. № 1, приложение № 2).
6. Пользуясь диаграммой $s = f(\varphi)$ или $\psi = f(\varphi)$, поворачивайте диск 1 через каждые 10° . Соответственно углам поворота диска вращайте или перемещайте толкатель.
7. Сняв зажим, на бумажном диске обозначьте центр вращения кулачка, фазовые углы, для поступательно движущегося толкателя e, r_o, r_p , для качающегося толкателя $A, \psi_o, \psi_{max}, \ell_T$.

Содержание отчета.

Отчет должен содержать:

1. Наименование и цель работы;
2. Схема кулачкового механизма;
3. Значения исходных параметров механизма;
4. Циклограмма;
5. График закона движения толкателя и его масштабные коэффициенты;
6. Таблица с результатами расчета перемещений толкателя $S=f(\varphi)$ или $\psi=f(\varphi)$;
7. Профиль кулачка на бумажной заготовке.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы.

1. Назовите преимущества и недостатки кулачковых механизмов по сравнению с рычажными механизмами.
2. Дайте определение угла давления. Какое влияние он оказывает на работу и коэффициент полезного действия кулачкового механизма? Покажите угол давления (или угол передачи) на различных типах кулачковых механизмов.
3. Какие законы движения желательно употреблять в быстроходных кулачковых механизмах?
4. Как определяется минимальный радиус кулачка по заданному закону движения толкателя и углу давления для плоского кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем, с качающимся толкателем?
5. Показать участки профиля кулачка, в которых при движении наблюдаются «жесткие», «мягкие», удары, безударное движение.
6. Каковы преимущества и недостатки силового замыкания?
7. Каким образом диаметр ролика влияет на долговечность кулачкового механизма в целом?
8. Каким образом радиус начальной шайбы влияет на долговечность кулачкового механизма в целом?
9. Объяснить явление среза профиля кулачка механизма с роликовым толкателем? При каких условиях он наблюдается?
10. Изменяется ли закон движения толкателя при увеличении минимального радиуса кулачка?
11. Изменяется ли закон движения толкателя при уменьшении минимального радиуса кулачка? В каких случаях?
12. При каких условиях наблюдается срез профиля кулачка механизма с плоским толкателем?

13. Почему в кулачковом механизме с плоским толкателем профиль кулачка должен быть выпуклым?
14. Почему радиус ролика должен быть всегда меньше минимального радиуса кривизны теоретического профиля кулачка?
15. При каком законе движения толкателя ускорение и угол давления принимают максимальные значения?
16. Как влияет радиус начальной шайбы кулачка на угол давления?
17. При каком условии обеспечивается постоянный контакт толкателя и кулачка?
18. Какие геометрические параметры получаем на совмещенной диаграмме?
19. Каким способом проводится профилирование кулачка?
20. Начертите схемы наиболее распространенных кулачковых механизмов.
21. Каковы вредные последствия больших углов давления?
22. Сравните кулачковые и рычажные механизмы по их достоинствам и недостаткам.

В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

знать:

- назначение и область применения кулачковых механизмов, их классификацию;
- законы движения кулачковых механизмов и их классификацию;

уметь:

- построить профиль кулачка, если заданы закон перемещения и положение центра кулачка относительно толкателя;

владеть:

- методами исследования и проектирования кулачковых механизмов.

3.1 Модуль «Соппротивление материалов и детали машин»

Лабораторная работа 1-3

Тема: Опытное изучение свойств материалов при осевом растяжении и сжатии.

Цель занятия

- знакомство с испытательными машинами и работой на них;
- получение диаграмм растяжения и сжатия различных конструкционных материалов;
- исследование опытным путем поведения различных материалов при сжатии и определение их механические характеристики (предел пропорциональности для пластичных материалов и предел прочности для хрупких материалов).
- определение основных механических характеристик, характеризующих прочностные и пластические свойства различных материалов и сравнение их с табличными значениями.

Содержание отчета

1. Краткие теоретические сведения.
2. Форма и размеры образцов.
3. Описание установки.
4. Диаграмма растяжения конструкционных материалов.
5. Методика проведения лабораторной работы.
6. Обработка результатов испытания.
7. Анализ экспериментальных и теоретических данных.

8. Форма отчёта - журнал работы.

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Какова цель работы?
2. Дать краткую характеристику разрывной машины.
3. Какие образцы применяют при испытании?
4. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали?
5. Назовите характерные точки на диаграмме.
6. Какие деформации называются упругими, остаточными?
7. Что называется пределом пропорциональности, пределом текучести, пределом упругости, пределом прочности?

8. Как определяется истинное сопротивление разрыву?
9. При какой нагрузке возникает шейка?
10. Какие характеристики определяют пластические свойства материала и как они определяются?
11. Как изменяются свойства материала, если он подвергался предварительной вытяжке за предел пропорциональности?
12. Как определить величину нормальных напряжений в поперечном сечении сжатого образца?
13. Какие механические характеристики определяются при испытании на сжатие?
14. Каковы особенности проведения испытаний на сжатие и как они влияют на результаты опыта?
15. Как испытывают образцы из пластичного материала?
16. Как определить момент начала текучести пластичного материала?
17. Какой вид имеет диаграмма сжатия пластичных материалов?
18. Каков характер разрушения хрупких материалов? От чего он зависит?
19. Как испытывают на сжатие древесину?
20. Как влияет влажность древесины на её прочность?
21. Каково различие между диаграммами сжатия древесины вдоль и поперек волокон?
22. Как определяют предельную нагрузку при сжатии древесины поперек волокон?
23. Чем объясняется бочкообразная форма стального образца?
24. Как происходит разрушение при сжатии образцов для пластичных и хрупких материалов?
25. Как определяется предел прочности при сжатии пластичных и хрупких материалов?
26. Какие материалы называются изотропными?
27. Какие образцы используются при испытании на сжатие, стали, чугуна, дерева?
28. В чем отличие диаграммы сжатия и растяжения для стали? Для чугуна?

Лабораторная работа 4-5

Тема: Испытание материалов на срез

Цель занятия

- определение величины касательного напряжения сечения стального стержня;
- изучение характера разрушения, определение временного сопротивления сдвигу различных материалов и сравнение его с временным сопротивлением этих материалов при разрыве;
- сравнение величины напряжений от одной и той же силы при осевом растяжении и сдвиге;
- определение предела прочности малоуглеродистой стали на срез;
- сравнение предела прочности при срезе с пределом прочности при осевом растяжении для одной и той же силы.

Содержание отчета

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма и размеры образца.
4. Описание установки
5. Порядок проведения испытания.
6. Обработка результатов испытания.
7. Анализ экспериментальных и теоретических данных.
8. Форма отчета - журнал работы

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Какой вид напряженного состояния называется чистым сдвигом?
2. Что называется срезом?
3. Допущения, принимаемые при расчетах на срез.
4. Как определить предел прочности на срез?
5. Сформулируйте условия прочности на срез.
6. От каких факторов зависит и как определяется допускаемое напряжение на срез?

7. В чем условность предела прочности на срез?
8. Как производятся испытания на срез металлического образца?
9. Какие образцы применяются при испытании древесины на скалывание вдоль и поперек волокон

10. Каково соотношение между пределами прочности стали на сдвиг и разрыв?
11. Приведите примеры работы на сдвиг металлических и деревянных деталей.

Лабораторная работа 6-7

Тема: Испытание материалов на изгиб и кручение.

Цель занятия

- испытание на кручение стального образца;
- определение модуля сдвига;
- получить представление о косом изгибе, внецентренном растяжении (сжатии), кручении с изгибом.
- определить опытным путем величину прогибов и углов поворота сечений балки и сравнить их с величинами, полученными путем теоретических расчетов.

Содержание отчета

1. Теоретическое обоснование.
2. Описание установки (стенд универсальный для проведения лабораторных работ по курсу «Соппротивление материалов»).
3. Порядок проведения испытания.
4. Обработка результатов испытания.
5. Анализ экспериментальных и теоретических данных.
6. Форма отчета - журнал работы

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1. При каком нагружении прямой брус испытывает деформацию кручения?
2. Что называется полным и относительным углом закручивания стержня?
3. Что называется жесткостью сечения при кручении?
4. Что называется модулем сдвига G ? Как влияет величина G на деформацию вала?
5. Напишите выражение полярных моментов инерции круглого (сплошного и кольцевого) сечения?
6. Какие перемещения получают поперечные сечения балок при прямом изгибе?
7. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
8. Как дифференциальная зависимость существует между прогибами и углами поворота сечений балки?
9. Как из основного дифференциального уравнения изогнутой оси балки получаются выражения углов поворота и прогибов её сечений?
10. Из каких условий определяются постоянные интегрирования, входящие в уравнение углов поворота и прогибов сечения балки?
11. В каком порядке производится определение углов поворота и прогибов сечений балки методом непосредственного интегрирования дифференциального уравнения упругой линии?
12. Что представляет собой уравнение метода начальных параметров и почему они так называются?

Лабораторная работа 8-9

Тема: Привод машинного агрегата

Цель занятия

- обзор основных типов редукторов и их назначение;
- ознакомление с макетом привода;
- изучение кинематических схем наиболее распространенных типов редукторов;
- выбор допусков и посадок по ГОСТу и их обозначение на чертежах;
- усвоение, что правильный выбор допусков имеет большое экономическое и производственное значение, так как влияет на выбор станков и инструментов для обработки деталей, квалификацию

рабочих, режимы обработки деталей, технологию сборки, качество обрабатываемых деталей и их себестоимость;

- определение КПД редуктора;
- сравнение КПД различных редукторов.

Оборудование:

- макет привода, состоящий из электродвигателя и двухступенчатой передачи (электродвигатель, муфта, редуктор, открытая коническая передача).

Последовательность выполнения работы:

1. Определение привода.
2. Определение редуктора как понижающей (силовой) передачи.
3. Классификация редукторов:
 - по типу передачи (зубчатые, червячные или зубчато-червячные);
 - по числу ступеней (одноступенчатые, двухступенчатые и т.д.);
 - по типу зубчатых колес (цилиндрические, конические, конически-цилиндрические и т.д.);
- по относительному расположению валов редуктора в пространстве (горизонтальные, вертикальные);
 - по особенностям кинематической схемы (развернутая, соосная, с раздвоенной ступенью).
4. Одноступенчатые цилиндрические редукторы, которые применяют для передачи движения между параллельными валами. Кинематические схемы. Типы зубчатых колес. Корпуса. Передаточные числа.
5. Одноступенчатый конический редуктор, который применяют для передачи движения между валами, оси которых обычно пересекаются под углом 90° . Кинематические схемы. Передаточные числа в одноступенчатых конических редукторах с прямозубыми, криволинейными зубьями. Типы зубчатых колес.
6. Двухступенчатые цилиндрические редукторы:
 - горизонтальный двухступенчатый редуктор с цилиндрическим колесом, выполненный по развернутой схеме. Кинематическая схема. Типы зубчатых колес. Передаточные числа. Оценка применения (достоинства и недостатки).
 - двухступенчатый горизонтальный соосный редуктор. Кинематическая схема. Типы зубчатых колес. Передаточные числа. Оценка применения (достоинства и недостатки).
 - двухступенчатые редукторы с раздвоенной быстроходной ступенью. Кинематические схемы. Типы зубчатых колес. Передаточные числа. Оценка применения (достоинства и недостатки).
 - двухступенчатые редукторы с раздвоенной тихоходной ступенью. Кинематические схемы. Типы зубчатых колес. Передаточные числа. Оценка применения (достоинства и недостатки).
 - коническо-цилиндрические редукторы. Кинематические схемы. Типы зубчатых колес. Передаточные числа.
7. Червячные редукторы, которые применяют для передачи движения между валами, оси которых перекрещиваются.
8. Зубчато-червячные, червячно-зубчатые и двухступенчатые червячные редукторы. Кинематические схемы. Передаточные числа.
9. Планетарный редуктор (Закрытая зубчатая передача с перемещающимися геометрическими осями). Принципиальная схема простейшей планетарной передачи стремя основными звеньями. Сателлиты. Центральное колесо. Водило. Формула определения передаточного числа для этой передачи. Кинематическая схема одноступенчатого планетарного редуктора. Кинематическая схема двухступенчатого планетарного редуктора. Оценка применения (достоинства и недостатки).

Содержание отчета

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчёта - журнал работы.

Вопросы для защиты работы:

1. Дать определение редуктора.
2. Как классифицируют редукторы по типу передачи?
3. Типы зубчатых колес редуктора?
4. Какие редукторы применяются для передачи между валами, оси которых пересекаются под прямым углом?
5. Достоинства и недостатки червячных редукторов?
6. Область применения червячных редукторов?
7. Что такое КПД?
8. Нахождение КПД привода, состоящего из отдельных последовательных передач.
9. Из чего складываются потери мощности в зубчатых передачах?
10. Из чего складываются потери мощности в червячных передачах?
10. Дайте определение мультипликатора.
11. Каково максимальное передаточное число одноступенчатого цилиндрического редуктора.
12. Для передачи движения между какими валами применяются конические редукторы?
13. Приведите кинематическую схему двухступенчатого горизонтального редуктора по развернутой схеме.
14. Основные преимущества соосных редукторов? Случаи их применения?
15. Для передачи движения между какими валами применяются червячные редукторы?
16. В каких пределах находятся передаточные числа червячных редукторов?
17. Дайте определение планетарной передачи.
18. Какие зубчатые колеса называются планетарными или сателлитами?
19. Какие зубчатые колеса называются центральными?
20. Что называется водилом?
21. Какая передача называется дифференциальной или дифференциалом?
22. Основные достоинства планетарных передач?

Лабораторная работа 10-12

Тема: Передачи вращательного движения.

Цель занятия

- освоить расчет на прочность зубчатых, червячных, фрикционных, ременных и цепных передач и передачи винт-гайка.
- изучение геометрии и геометрический расчет эвольвентных зубчатых передач.

Оборудование:

- ГОСТ 165302-70(термины, определения и обозначения, относящиеся к геометрии и кинематике зубчатых передач различных типов с постоянным передаточным отношением);
- ГОСТ-16531-70 (зубчатые цилиндрические передачи);
- лабораторные стенды, макеты, плакаты.

Содержание отчета

1. Краткие теоретические сведения:
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчёта. Журнал работы.

Вопросы для самопроверки:

1. Параметры зубчатых передач: передаточное отношение, межосевое расстояние, минимальное число зубьев шестерни, ширина зубчатых колес, коэффициент ширины колеса.
2. Колеса: прямозубые, косозубые, шевронные.
3. Конструкции шестерни. Вал-шестерня.
4. Конструкции колес: кованные, цельнолитые, бандажированные, сварные. Болтовые конструкции.
5. Что такое эвольвента? Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
6. Какая окружность называется делительной?
7. Что такое начальный диаметр?

8. Что называется окружным шагом зубьев?
9. Основная характеристика размеров колес. Чему она равна?
10. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
11. По какому модулю определяют делительные диаметры зубчатых колес?

Лабораторная работа 13-15

Тема: Подбор подшипников качения. Статическая и динамическая грузоподъемность. Методика ISO

Цель занятия

- изучение типов подшипников качения: конструкции, назначение, маркировка подшипников;
- изучение конструкции подшипниковых узлов;
- усвоение, что критерием работоспособности подшипников качения является износостойкость рабочих поверхностей и долговечность подшипника.
- усвоение, что работоспособность подшипников качения в значительной степени зависит от рациональности конструкции подшипникового узла, качества его монтажа и регулировки.

Оборудование: лабораторные стенды, макеты, плакаты.

Последовательность выполнения работы:

- по описаниям и плакатам ознакомиться с классификацией подшипников качения и их условными обозначениями;
- способами крепления подшипников на валах и способами установки их в корпусе;
- составить краткую характеристику подшипникового узла, ответив на вопросы:
- тип подшипника и вид воспринимаемой нагрузки;
- какой способ крепления на валу подшипника применен?
- какой способ установки подшипника в корпусе представлен в опоре?
- как осуществляется смазка и уплотнение подшипникового узла?
- опоры фиксирующие и плавающие;
- «плавающие» валы;
- схема установки подшипников «враспор»;
- схема установки подшипников «врасяжку»;
- уплотнительные устройства: контактные, щелевые, лабиринтные, центробежные и комбинированные.

Содержание отчета

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчета к лабораторной работе - журнал работы.

Вопросы для самопроверки:

1. Какая опора называется фиксирующей? Плавающей?
2. Какую нагрузку воспринимает фиксирующая опора?
3. Какую нагрузку воспринимает плавающая опора?
4. Как называются валы, имеющие возможность осевого смещения в обоих направлениях?
5. Какие подшипники применяют в плавающей опоре?
6. При каких валах применяют схему установки подшипников «враспор».
7. Для чего применяют смазочные материалы в подшипниках качения?
8. Как подразделяются по принципу действия уплотнительные устройства?
9. Назовите достоинства контактного уплотнения в виде резиновой манжеты.
10. Почему подшипники качения получили распространение? Их преимущества и недостатки.
11. Зачем сепаратор в подшипнике?
12. Типы и классификация ПК?
13. Условия применимости шариковых однорядных подшипников?
14. Когда применяют роликовые подшипники?

15. С чем связаны ограничения частоты вращения подшипников в ГОСТе? 3. Из каких деталей состоят подшипники качения?

16. Какие существуют способы посадки и закрепления подшипников качения на валах и их корпусах?

17. Для чего применяют смазку в подшипниках качения и как это осуществляется?

18. Какие виды уплотняющих устройств применяют в подшипниках качения и где именно?

19. Как производят монтаж и демонтаж подшипников качения?

Лабораторная работа 16

Тема: Механические муфты.

Цель занятия

- ознакомление с наиболее распространенными конструкциями муфт;

- изучение области применения различных муфт;

Оборудование: лабораторные стенды, макеты, плакаты.

Последовательность выполнения работы:

1. Муфты нерасцепляемые (глухие). Назначение. Конструкции (штульная, фланцевая муфта).

2. Муфты компенсирующие. Назначение. Конструкции (зубчатые муфты, цепные муфты).

3. Упругие муфты. Назначение. Упругие муфты постоянной и переменной жесткости. Муфты штульно-пальцевая (МУВП). Муфта упругая с резиновой звездочкой. Муфта со змеевидной пружины.

4. Сцепные механические управляемые муфты. Назначение. Кулачковые и зубчатые сцепные муфты. Фрикционные муфты.

Содержание отчета

1. Краткие теоретические сведения.

2. Методика проведения лабораторной работы.

3. Форма отчета к лабораторной работе - журнал работы.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение муфты.

2. Назовите возможные погрешности при монтаже валов.

3. Что является соединительным элементом в механической муфте?

4. Назовите достоинства и недостатки нерасцепляемых жестких муфт.

5. Опишите конструкцию штульной муфты.

6. Назовите достоинства зубчатых муфт.

7. Назовите материал упругих муфт.

8. Чем объясняется применение в приводах электродвигателей муфты МУВП.

9. Какие муфты называются синхронными, какие асинхронными?

10. За счет чего передается вращающий момент у асинхронных муфт?

11. Для чего применяют обгонные муфты?

12. Почему муфты называются самодействующими?

13. Назовите основную характеристику муфты.

14. Каково назначение предохранительных муфт?

15. Какие отличительные черты имеют кулачковые, шариковые, конусные фрикционные и дисковые предохранительные муфты?

Лабораторная работа 17-18

Тема: Резьбовые соединения. Сварные и заклепочные соединения.

Цель занятия

- знакомство с терминологией, особенностями конструкции, методами определения параметров, областями применения резьбовых и заклепочных соединений деталей машин;

- изучение основных типов резьбовых соединений, с конструктивными формами головок винтов и гаек, с классификацией способов стопорения резьбовых соединений;

- изучение сварных и заклепочных соединений.

- замерить основные параметры метрических и ходовых резьб с помощью штангенциркуля и резьбомера

Порядок проведения

При выполнении лабораторной работы необходимо:

- рассчитать и вычертить резьбовое соединение, указанное преподавателем;
- ознакомиться со способами стопорения резьбовых соединений, на указанных преподавателем реальных образцах, определить вид способа стопорения.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Основные соотношения резьбы для заданного варианта:
3. Эскиз рассчитанного резьбового соединения
4. Анализ способов стопорения резьбовых соединений:
5. Результаты измерений и вычислений, выводы.
5. Изобразить эскизы деталей и соединений.
6. Форма отчета к лабораторной работе - журнал работы.

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение детали.
 2. Что называется узлом?
 3. Как классифицируются детали машин?
 4. Какие бывают соединения?
 5. Что такое болт, винт, шпилька, гайка?
 6. Как подразделяются болты по назначению?
 7. Как подразделяются болты по форме стержня и головки?
 8. Какие существуют способы стопорения гаек от самоотвинчивания?
 9. На какие группы подразделяют резьбы по назначению?
 10. Какие бывают резьбы по форме профиля?
 11. Перечислите основные параметры метрической резьбы.
 12. Как обозначают резьбы?
 13. Какие существуют способы для получения отверстий в деталях под заклепку?
- Достоинства и недостатки их.
14. Какие виды заклепок Вы знаете?
 15. Как подобрать необходимую длину винта?
 16. Какие существуют формы головок винтов?
 17. Какие существуют типы шестигранных головок?

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Дисциплина «Механика» состоит из нескольких разделов (модулей), а каждый раздел состоит из научной и практической части. Первая часть курса обычно излагается на лекциях. Вторая часть изучается на практических и лабораторных занятиях и заключается в решении задач механики.

В настоящее время издается много учебников и учебных пособий по курсу «Механика», анализ которых показывает, что авторы, в основном, придерживаются единой точки зрения на подбор материала, поэтому при изучении дисциплины можно пользоваться любым учебником (учебно-методическим пособием), имеющимся в библиотеке или в личном пользовании.

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

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

Для успешного освоения дисциплины «Механика» студенты обязаны самостоятельно выполнить ряд работ:

- изучить темы теоретического материала по лекциям и учебникам, в последовательности, определяемой рабочей программой дисциплины (изучение лекционного материала является подготовкой для остальных видов самостоятельной работы);
- подготовиться по вопросам к практическим занятиям, составляя развернутый план-ответ на контрольные вопросы;
- подготовиться к практическим занятиям, осваивая методики решения задач по соответствующей тематике;
- выполнить в указанные сроки варианты домашних индивидуальных заданий (расчетно-графических работ) по предложенным темам;
- подготовиться к выполнению и защите лабораторных работ;
- подготовиться к выполнению тестирования или контрольной работы на аудиторных и внеаудиторных занятиях по изученным темам;
- подготовка к экзамену и зачетам.

Требования к защите расчетно-графических и курсовых работ

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

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

ТЕМАТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Для более глубокого изучения материала необходимо пользоваться библиографическим списком, содержащим рекомендованные учебники по данной дисциплине, методические пособия, позволяющие самостоятельно разобраться в решении предложенных задач, решить задачи, вынесенные на самостоятельное изучение, а также справиться с выполнением расчетно-графических работ и подготовиться к сдаче промежуточного контроля по данной дисциплине.

МОДУЛЬ «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

1. Тема « Введение в дисциплину «Теоретическая механика». Основные понятия статики. Аксиомы статики. Связи и реакции связей».

Изучив тему, студент должен:

иметь представление о способах описания силового взаимодействия материальных тел;

знать:

- основные понятия и аксиомы статики;
- связи и реакции связей;

уметь:

- показать на расчетных схемах силовое взаимодействие с окружающими телами, используя принцип освобожденности от связей.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий.
- внимательно изучить пособие 1, выполнить упражнения, приведенные в пособии (раздел «Упражнения и консультации» Консультацией пользуйтесь в том случае, когда затрудняетесь ответить на вопросы или хотите проверить правильность своего ответа.);
- ответить на контрольные вопросы;

- акцентировать внимание на свойствах основного понятия статики - силы как векторной величины правильного выбора объекта рассмотрения (динамической модели) в данной задаче;
- сделать дополнения в своем конспекте лекций, обращаясь к рекомендуемой литературе;
- выполнить тестовые задания по данным темам (приводятся в пособии).

Контрольные вопросы

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

2. Тема «Теория моментов сил».

Изучив тему, студент должен:

иметь представление о способах описания силового взаимодействия материальных тел;

знать:

- основные понятия и аксиомы статики;
- связи и реакции связей;

уметь:

- определять проекции векторных величин на плоскость и на оси координат;
- определять моменты сил относительно точки и координатных осей;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- ответить на контрольные вопросы;
- акцентировать внимание на свойствах момента силы относительно точки и оси;
- выполнить тестовые задания по данной теме.

Контрольные вопросы

1. Что такое проекция вектора на ось и на плоскость? Принципиальное отличие этих проекций?
 2. Что такое моментная точка?
 3. Что такое момент силы относительно полюса (точки) как вектор?
 4. Чему равна алгебраическая величина момента силы относительно полюса? Правило знаков.
 5. Когда момент силы относительно полюса равен нулю?
 6. Какая система сил называется парой сил?
 7. Что такое момент пары?
 8. Что называется плечом пары?
 9. Какая плоскость называется плоскостью действия пары?
 10. Почему пара сил не имеет равнодействующей?
 11. Чем характеризуется действие пары сил на твердое тело?
 12. Как направлен вектор момента пары сил?
 13. Зависит ли действие пары сил на тело от ее места в плоскости?
 14. Какие преобразования пары сил не изменяют ее действия на твердое тело?
 15. Какие пары сил называются эквивалентными?
 16. Что называется результирующей парой?
 17. Запишите формулу для определения результирующей системы пар.
 18. Сформулируйте условия равновесия плоской системы пар.
 19. Изменяется ли момент силы относительно данной точки при переносе силы вдоль ее линии действия?
 20. Как определить знак алгебраического момента пары сил?
- 3. Тема «Система сходящихся сил».**

Цель изучения данной темы:

- выработка навыков преобразования системы сходящихся сил и использования условий равновесия этих систем сил при решении задач.

В результате изучения данной темы, студент должен:**- иметь представление:**

- об основных понятиях и концепциях теоретической механики;
- о порядке применения теоретического аппарата механики в приложениях к задачам;
- о способах преобразования систем сходящихся сил и способах решения задач на равновесие тел, находящихся под действием таких систем сил;

знать:

- определения основных механических величин, понимая их смысл и значение для теоретической механики;
- способы преобразования системы сходящихся сил к простейшему виду;
- основные методы исследования равновесия систем сходящихся сил, (включая составление уравнений равновесия и решение данных уравнений), важнейших (типовых) алгоритмов такого исследования;
- формы условий равновесия рассмотренных систем сил;

уметь:

- пользоваться определениями механических величин и понятий для правильного истолкования их смысла;

- записывать условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил, действующих в пространстве и на плоскости, учитывая размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, линейные операторы);

- применять основные методы исследования равновесия системы сходящихся сил, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении типовых задачи по данной теме;

- пользоваться при аналитическом и численном исследовании возможностями современных компьютеров и информационных технологий;

владеть:

- навыками применения основных законов теоретической механики при решении задач на систему сходящихся сил;

- навыками применения типовых алгоритмов исследования систем сходящихся сил;

- навыками решения задач на систему сходящихся сил.

- навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследовании систем сходящихся сил;

- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебного пособия;

- акцентировать внимание на умении использовать теорему о трех силах;

- овладеть графическими и аналитическим методом определения равнодействующей системы сходящихся сил;

- внимательно изучить пособие 1, выполнить упражнения, приведенные в пособии (раздел «Упражнения и консультации» Консультацией пользуйтесь в том случае, когда затрудняетесь ответить на вопросы или хотите проверить правильность своего ответа.);

- выполнить расчетно-графические задания по своему варианту;

- выполнить тестовые задания по статике, касающиеся данной темы (приведены в пособии 1);

- ответить на контрольные вопросы по теме.

Контрольные вопросы

1. Приведите определение системы сходящихся сил.

2. Что называется главным вектором системы сходящихся сил?

3. Для какой системы сил равнодействующая и главный вектор совпадают?

4. Назовите методы определения равнодействующей системы сходящихся сил.

5. Как выражаются проекции равнодействующей системы сходящихся сил через проекции сил этой системы?

6. Назовите необходимое и достаточное условие равновесия системы сходящихся сил.

7. Что такое силовой многоугольник? Как определяется направление равнодействующей системы сходящихся сил при построении силового многоугольника?

8. Запишите условие равновесия системы сходящихся сил в векторной форме.

9. Какие задачи позволяют решать условия равновесия системы сходящихся сил?

10. Сформулируйте теорему о трех силах.

11. При каком условии три непараллельные силы, приложенные к твердому телу, уравновешиваются?

12. Возможно ли равновесие трех сходящихся сил, не лежащих в одной плоскости?

13. Как формулируется алгоритм решения задач статики на равновесие системы сходящихся сил?

4. Тема «Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия плоской системы сил. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Условия и уравнения равновесия и пространственной системы сил».

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление:

- о способах расчета равновесия тел, находящихся под действием плоских систем сил;

- об условиях и уравнениях равновесия тел, находящихся под действием произвольных

пространственных систем сил;

знать:

- возможности упрощения плоских и пространственных систем сил;
- условия и уравнения равновесия;

уметь:

- определять проекции векторных величин на плоскость и на оси координат;
- определять моменты векторных величин относительно координатных осей;
- владеть навыками решения задач на условия равновесия тел, находящихся под действием произвольной плоской или пространственной системы сил.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление о способах расчета равновесия тел, находящихся под действием плоской и пространственной систем сил;

знать:

- способы приведения плоской и пространственной системы сил к простейшему виду;
- классифицировать статически определимые и статически неопределимые системы тел;
- приводить плоские и пространственные системы сил к простейшему виду;
- акцентировать внимание на частных случаях приведения плоских и пространственных систем сил;

уметь:

- классифицировать статически определимые и статически неопределимые системы тел;
- приводить плоские системы сил к простейшему виду и анализировать результаты;
- определять проекции векторных величин на плоскость и на оси координат;
- определять моменты векторных величин относительно координатных осей;
- рассчитывать алгебраический момент силы относительно начала координат;
- определять главный вектор и главный момент плоской и пространственной системы произвольно расположенных сил;
- составлять уравнения равновесия тел и сочлененных конструкций, находящихся под действием плоской или пространственной систем сил.

владеть навыками:

- решения задач на равновесие тел, находящихся под действием плоских систем сил, в том числе составных конструкций;
- решения задач на условия равновесия тел, находящихся под действием произвольной пространственной системы сил.
- выполнить расчетно-графическую работу по соответствующей теме;
- выполнить тестовые задания по статике, касающиеся данной темы.

Контрольные вопросы

20. Сформулируйте теорему Вариньона для произвольной плоской системы сил?
21. Что называется главным вектором плоской системы сил?
22. Что называется главным моментом плоской системы сил?
23. Каковы возможные случаи приведения сил, расположенных произвольно на плоскости?
24. При каком условии сила, равная главному вектору плоской системы сил, является равнодействующей этой системы?
25. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы сил.
26. Запишите три формы уравнений равновесия плоской системы сил.
27. Будет ли находиться в равновесии плоская система сил, для которой алгебраические суммы моментов относительно трех точек, расположенных на одной прямой, равны нулю?
28. Как поступают при наличии распределенной нагрузки?

29. Пусть для плоской системы сил суммы моментов относительно двух точек равны нулю. При каких дополнительных условиях система будет в равновесии?

30. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия плоской системы параллельных сил.

31. Равновесие систем тел.

32. Почему главный момент зависит от центра приведения?

33. Сформулируйте основную теорему статики для плоской и для пространственной системы сил. В чем состоит смысл основной теоремы статики?

34. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил. Напишите их аналитические выражения.

35. Сформулируйте условия равновесия для пространственной системы сил.

36. Запишите уравнения равновесия пространственной системы сил в скалярном виде.

37. Запишите уравнения равновесия пространственной системы параллельных сил.

38. Дайте определение момента силы относительно оси и укажите способы его нахождения.

39. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?

40. Представьте момент силы относительно начала координат в виде определителя, вычислите его, интерпретируйте полученный результат. Найдите модуль и направление момента силы.

41. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил.

42. Напишите аналитические выражения для главного вектора и главного момента.

43. Как зависят главный вектор и главный момент от перемены центра приведения?

44. Какая совокупность сил называется динамическим винтом?

45. Как должны быть взаимно расположены главный вектор и главный момент системы сил для того, чтобы она приводилась к динамическому винту?

46. Что представляет собой геометрическое место точек пространства, в которых система приводится к динамическому винту?

47. Частные случаи приведения системы пространственных сил к простейшему виду.

48. Теорема о моменте равнодействующей пространственной системы сил (теорема Вариньона).

49. Запишите формулы для вычисления проекций главного момента на координатные оси.

50. Каковы геометрические и аналитические условия приведения пространственной системы сил к равнодействующей?

51. К какому простейшему виду можно привести систему сил, если известно, что главный момент этих сил:

- равен нулю;

- перпендикулярен главному вектору;

- параллелен главному вектору.

34. По какой формуле вычисляют минимальный главный момент заданной системы сил.

35. Назовите инварианты пространственной системы сил.

36. Каковы условия приведения пространственной системы сил к равнодействующей?

37. 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?

38. 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?

6. Тема «Расчет плоских ферм».

В результате изучения данной темы, студент должен:

- иметь представление:

- о порядке применения теоретического аппарата механики в приложениях к задачам;
- о способах исследования шарнирно-стержневых систем.

знать:

- определения основных механических величин, понимая их смысл и значение для теоретической механики;
- что собой представляет плоская статически определимая ферма;
- почему фермы являются статически определимыми и геометрически неизменяемыми;
- классификацию ферм;
- способы определения усилий в элементах статически определимых ферм при их расчете на действие неподвижных нагрузок.

уметь:

- пользоваться определениями механических величин и понятий для правильного истолкования их смысла;
- уметь правильно и рационально применять способы определения усилий в зависимости от типов ферм;
- устанавливать порядок расчета и уметь определять усилия в отдельных элементах плоских статически определимых ферм;
- записывать условия и уравнения равновесия системы сходящихся сил, действующих на плоскости, учитывая размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, линейные операторы);
- применять типовые алгоритмы исследования при решении задач по данной теме;
- пользоваться при аналитическом и численном исследовании возможностями современных компьютеров и информационных технологий;

владеть:

- навыками применения основных законов теоретической механики при решении задач по теме;
- навыками применения типовых алгоритмов исследования шарнирно-стержневых систем;
- навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследовании шарнирно-стержневых систем;
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- изучить способы определения усилий в элементах статически определимых ферм при их расчете на действие постоянных нагрузок;
- внимательно изучить пособие 1, выполнить упражнения, приведенные в пособии (раздел «Упражнения и консультации» Консультацией пользуйтесь в том случае, когда затрудняетесь ответить на вопросы или хотите проверить правильность своего ответа.);
- выполнить расчетно-графические задания по своему варианту;
- выполнить тестовые задания по статике, касающиеся данной темы (приведены в пособии 1);
- ответить на контрольные вопросы по теме.

Контрольные вопросы

1. Что называется простой фермой или фермой элементом?
2. Сформулируйте необходимое условие статической определенности простой фермы.
3. По какой формуле определяется число стержней статически определенной фермы?
4. Какие допущения используются при определении усилий в стержнях плоских и пространственных ферм?
5. С чего начинается расчет любой фермы? Как при расчетах учитывается вес стержней фермы?
6. В чем сущность метода вырезания узлов при определении усилий в стержнях ферм?

7. В чем сущность метода сечений (метода Риттера) при определении усилий в стержнях ферм?

8. Какие три формы условий равновесия плоской системы сил используются при определении опорных реакций фермы?

9. Какое существует правило для направления усилий в расщепляемых стержнях? Как затем определяют - сжат стержень или растянут?

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

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

7. Тема «Трение».

В результате освоения данной темы студент должен:

иметь представление:

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

- знать:

- зависимости для определения силы трения скольжения и силы трения качения;

- зависимости для определения силы трения скольжения и силы трения качения;

- трение скольжения при покое и трение скольжения при движении;

- законы Кулона;

- угол и конус трения их физический смысл;

- когда возникает и в чем проявляется трение качения;

уметь:

- пользоваться понятиями и формулами по теме;

владеть:

- практическими навыками решения задач на равновесие при наличии трения скольжения и трения качения.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

- ответить на контрольные вопросы по теме.

Контрольные вопросы

1. В чем разница между силой сцепления и силой трения?

2. Что называется конусом трения? В чем его физический смысл?

3. Что называется углом трения?

4. Сформулируйте закон Амонтона –Кулона.

5. Когда возникает трение качения и в чем оно проявляется?

6. Как определяется момент трения качения?

7. Условия равновесия при наличии трения качения.

8. Тема «Центр тяжести».

В результате освоения данной темы студент должен:

иметь представление о способах и методах нахождения центров тяжести;

знать:

- формулы определения координат центра тяжести;

- методы нахождения центров тяжести;

- положение центра тяжести площади треугольника и дуги окружности, площади кругового сектора и объема конуса;

уметь:

- выбрать способ нахождения центра тяжести конкретного тела;

- пользоваться формулами определения центра тяжести;

владеть навыками решения задач по определению центра тяжести.

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебного пособия;

- акцентировать внимание на методах определения центра тяжести и условиях применимости

методов;

- выполнить индивидуальное домашнее задание;
- ответить на контрольные вопросы:

Контрольные вопросы

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

9. Тема «Кинематика точки».

В результате освоения данной темы студент должен:

иметь представление о геометрии движения материальной точки и ее кинематических характеристиках;

знать:

- способы задания движения точки;
- скорость точки;
- ускорение точки;

уметь:

- определить скорость и ускорение точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения точки;
- определить радиус кривизны в любой точке траектории;

владеть навыками решения задач по теме.

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебного пособия;
- акцентировать внимание на отличии понятия дуговая координата и пройденный путь, условиях выбора способов задания движения точки.
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы;
- ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит сущность движения с позиций кинематики?
2. В чем выражается абсолютность пространства и времени?
3. Какие задачи изучаются в кинематике?
4. В чем различие между телом отсчета и системой отсчета?
5. Какие кинематические способы задания движения точки существуют, и в чем состоит каждый из этих способов?
6. Что называют траекторией движения точки?
7. Чем является траектория точки при векторном способе задания движения точки?
8. Что называется законом или уравнением движения точки по данной траектории?

9. Что называется перемещением точки за фиксированный промежуток времени?
10. Как по уравнениям движения точки в координатной форме определить ее траекторию?
11. Как направлена средняя скорость точки за некоторый промежуток времени?
12. Чему равен вектор скорости точки в данный момент времени, и какое направление он имеет?
13. Дайте определение среднего ускорения точки за некоторое время.
14. Как связан орт касательной к кривой с радиус-вектором движущейся точки?
15. Чему равна проекция скорости точки на касательную к ее траектории?
16. Как определяются проекции скорости точки на неподвижные оси декартовых координат?
17. Что представляет собой годограф скорости?
18. Какая существует зависимость между радиус-вектором движущейся точки и вектором скорости этой точки?
19. Какой вид имеет годограф скорости прямолинейного неравномерного движения и равномерного движения по кривой, не лежащей в одной плоскости?
20. Чему равен вектор ускорения точки и как он направлен по отношению к годографу скорости?
21. Как направлены естественные координатные оси в каждой точке кривой?
22. Приведите определения соприкасающейся, спрямляющей и нормальной плоскостей.
23. Как направлены естественные координатные оси в каждой точке кривой?
24. Что должно быть известно при естественном способе задания движения точки?
25. При каких условиях значение дуговой координаты точки в некоторый момент времени равно пути, пройденному точкой за промежуток от начального до данного момента времени?
26. Каковы модуль и направление вектора кривизны кривой в данной точке?
27. В какой плоскости расположено ускорение точки и чему равны его проекции на естественные координаты оси?
28. Что характеризует собой касательное и как оно направлено по отношению к вектору скорости?
29. Что характеризует собой нормальное ускорение точки и как оно направлено по отношению к скорости точки?
30. При каком движении касательное ускорение точки равно нулю? При каком движении нормальное ускорение точки равно нулю?
31. Как классифицируются движения точки по ускорениям?
32. В какие моменты времени нормальное ускорение в криволинейном движении может обратиться в нуль?
33. Чем отличается график пути от графика движения точки?
34. Как по графику движения определить алгебраическое значение скорости точки в любой момент времени?
35. Что такое равнопеременное движение точки?
36. Что такое равноускоренное (равнозамедленное) движение точки?
37. Напишите формулу для определения касательного ускорения точки и укажите, в каких случаях оно равно нулю.
38. Можно ли утверждать в общем случае, что в те моменты, когда скорость точки равна нулю, ее ускорение также обязательно имеет нулевое значение?

10. Тема «Простейшие (основные) движения абсолютно твердого тела».

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление о способах преобразования простейших движений твердого тела и чем это преобразования может быть реализовано;

знать:

- законы поступательного и вращательного движения твердого тела;
- кинематические характеристики тела и отдельных его точек в случае вращательного движения;
- траектории точек тела;

уметь:

- провести расчеты при преобразовании простейших движений твердого тела;

владеть навыками решения задач по теме.

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебных пособий;

- акцентировать внимание на особенностях расчета при внутренних и внешних зацеплениях рядовой зубчатой (или фрикционной) передачи и специфики задач, требующих их применения;

- выполнить расчетно-графическую работу по теме;

- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы;

- ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды движений твердого тела.
2. Что определяет число степеней свободы твердого тела?
3. Какое движение твердого тела называется поступательным, и какими свойствами оно обладает?
4. Что собой представляют траектории отдельных точек при поступательном движении?
5. Запишите уравнения поступательного движения.
6. Почему при поступательном движении скорости и ускорения его точек не могут быть различными?
7. Какое движение твердого тела называется вращением вокруг неподвижной оси и как оно осуществляется?
8. Что такое ось вращения?
9. Как записывается закон вращательного движения вокруг неподвижной оси?
10. По каким формулам определяются модули угловой скорости и углового ускорения вращающегося твердого тела?
11. Как направлены векторы угловой скорости и углового ускорения при вращении тела вокруг неподвижной оси?
12. Выведите формулы модулей скорости и ускорения точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
13. При каких условиях ускорение точки вращающегося тела составляет с отрезком, соединяющим точку с центром описываемой ею окружности, углы 0 , 45 , 90° ?
14. Ускорения каких точек вращающегося тела:
 - а) равны по модулю,
 - б) совпадают по направлению,
 - в) равны по модулю и совпадают по направлению?
15. Запишите в векторном виде выражения линейной скорости, касательного и нормального ускорений при вращательном движении?
16. Объясните, как направлен вектор скорости точки, вращающейся вокруг неподвижной оси?
17. Запишите формулу Эйлера. В чем ее физический смысл ?
18. Запишите формулу Ривальса. В чем ее физический смысл?
19. Что представляет собой передаточное отношение передачи и как оно определяется для многоступенчатой передачи?
20. Запишите уравнение равномерного поступательного движения твердого тела.
21. Какое вращение называется равномерным?
22. Какое вращение называется равнопеременным?
23. Запишите уравнения равномерного и равнопеременного вращательного движений твердого тела.

11. Тема «Плоскопараллельное движение твердого тела».

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление о законе плоскопараллельного движения тела, разложения движения

на поступательное вместе с полюсом и вращение вокруг полюса;

знать:

- формулы для определения скоростей и ускорений точек тела, совершающего плоское движение;

- способы нахождения мгновенного центра скоростей (МЦС);

уметь:

- найти положение мгновенного центра скоростей центра ускорений;

- решать задачи плоскопараллельного движения тремя способами: с использованием понятия полюса, теоремы о проекциях и мгновенного центра скоростей;

владеть навыками решения задач по теме плоскопараллельное движение.

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебных пособий;

- акцентировать внимание на отличиях понятий поступательное и мгновенно-поступательное движение и трех способах решения задач по определению скоростей точек тела, совершающего плоское движение;

- выполнить расчетно-графическую работу по теме;

- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы;

- ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

1. Какое движение твердого тела называется плоским?

2. Приведите примеры звеньев механизмов, совершающих плоское движение

3. Зависят ли поступательное перемещение плоской фигуры и ее поворот от выбора полюса?

4. Из каких простых движений складывается плоское движение твердого тела?

5. Покажите, что проекции скоростей точек неизменяемого отрезка на ось, совпадающую с этим отрезком, равны между собой.

6. Какую точку плоской фигуры называют мгновенным центром скоростей? В чем заключается физический смысл МЦС? Приведите основные случаи определения положения МЦС?

7. Как определяется величина и направление скорости произвольной точки тела при известном положении мгновенного центра скоростей и угловой скорости?

8. Что представляет собой распределение скоростей точек плоской фигуры в данный момент?

9. Как построить центр поворота плоской фигуры, зная ее начальное и конечное положения?

10. Что представляют собой неподвижная и подвижная центроиды и что происходит с центроидами при действительном движении плоской фигуры?

11. Как определяется ускорение любой точки плоской фигуры?

12. Почему проекция ускорения любой точки плоской фигуры на ось, проходящую через эту точку из полюса, не может быть больше проекции ускорения полюса на эту ось?

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

1) $\omega \neq 0, \varepsilon \neq 0$;

2) $\omega \neq 0, \varepsilon = 0$;

3) $\omega = 0, \varepsilon \neq 0$?

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

12. Тема «Сложное движение точки».

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление о траекториях, скоростях и ускорениях абсолютного, относительного и переносного движений;

знать:

- способы нахождения кинематических характеристик точки;

- формулы для расчета поворотного ускорения;

- частные случаи сложного движения точки;

уметь:

- найти ускорение Кориолиса по величине и по направлению (либо как вектор векторного произведения или по правилу Жуковского);

владеть навыками решения задач по теме.

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебных пособий;
- акцентировать внимание на взаимном влиянии переносного и относительного движений и особенностях расчета, если переносное движение - поступательное;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы;
- ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы

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

13. Тема «Сферическое движение твердого тела. Общий случай движения твердого тела».

Изучив данную тему, студент должен:

иметь представление:

- о траекториях, скоростях и ускорениях тела, имеющего одну неподвижную точку;
- о траекториях, скоростях и ускорениях в общем случае движения свободного твердого тела;

знать:

- признаки сферического движения;
- углы и теорему Эйлера;
- определение углового ускорения при сферическом движении;

уметь:

- обосновать целесообразность введения углов Эйлера при исследовании сферического движения тела;
- провести сравнение и уметь показать различие двух вращений: вращение тела вокруг неподвижной оси и сферического движения.

владеть навыками решения задач по теме.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;
- акцентировать внимание на понятии мгновенная ось вращения и мгновенная угловая скорость;
- выполнить домашнее задание по теме;
- ответить на контрольные вопросы;
- выполнить тестовые задания по кинематике, касающиеся данной темы.

Контрольные вопросы

1. Сколько степеней свободы имеет твердое тело, совершающее сферическое движение?

2. Укажите, вокруг какой оси будет вращаться тело, если изменяется только или угол прецессии, или только угол собственного вращения, или угол нутации?

3. По какой формуле определяются скорости любой точки тела, совершающего сферическое движение?

4. Что называется мгновенной осью вращения?

5. Как распределяются скорости точек тела, имеющего одну неподвижную точку, относительно мгновенной оси вращения?

6. Что называется вектором углового ускорения твердого тела при сферическом движении?

7. Как направлен вектор углового ускорения при сферическом движении?

8. По какой формуле определяется ускорение любой точки тела, совершающего сферическое движение?

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

10. Как определяют скорости точек свободного твердого тела?

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

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

13. Как определяют ускорения точек свободного твердого тела?

14. Тема «Сложное движение твердого тела».

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление

- об абсолютном движении тела, участвующего в нескольких вращениях вокруг сходящихся мгновенных осей;

- об абсолютном движении тела, участвующего в движении тела вокруг параллельных осей в одну и в разные стороны;

знать:

- что представляет собой абсолютное движение тела, участвующего в нескольких вращениях вокруг сходящихся мгновенных осей;

- что представляет собой абсолютное движение тела, участвующего в движении тела вокруг параллельных осей в одну и в разные стороны;

- акцентировать внимание на понятии мгновенной угловой скорости и мгновенного углового ускорения твердого тела;

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

- акцентировать внимание на понятии мгновенная ось вращения и мгновенная угловая скорость;

- ответить на контрольные вопросы;

Контрольные вопросы

1. Какое движение тела является сложным?

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

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

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

5. Как складываются:

а) два поступательных движения?

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

6. Как определить при сложении вращений вокруг пересекающихся осей: мгновенную угловую скорость тела, скорость заданной точки тела и ее ускорение?
7. Как складываются вращения:
 - а) вокруг скрещивающихся осей?
 - б) вокруг параллельных осей?
8. Что называется парой вращений? Чему эквивалентна пара вращений?
9. Чему равна мгновенная угловая скорость тела, совершающего вращения вокруг пересекающихся осей?
10. Какое движение тела называется винтовым? Сложением каких движений оно получается?
11. Какие инварианты кинематики вы знаете?

15. Тема «Динамика как раздел теоретической механики».

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление

об инерциальной системе отсчета и двух задачах динамики материальной точки;

знать:

- математическую запись второго закона Ньютона;
- акцентировать внимание на границах применимости законов Ньютона;
- дифференциальные уравнения движения материальной точки при разных способах задания ее движения;

уметь:

- составлять дифференциальные уравнения движения материальной точки при разных способах задания ее движения;
- решать дифференциальные уравнения с целью получения законов движения свободной материальной точки;
- определять постоянные интегрирования по заданным начальным условиям движения;
- исследовать закон движения точки;

владеть навыками решения задач динамики свободной материальной точки.

При освоении темы необходимо:

- изучить учебный материал по соответствующей теме учебного пособия;
- акцентировать внимание на границах применимости законов Ньютона;
- выполнить расчетно-графическую работу по теме;
- выполнить тестовые задания по динамике материальной точки.

Контрольные вопросы

9. Сформулируйте законы (аксиомы) динамики.
10. Какое уравнение называется основным уравнением динамики?
11. Написать дифференциальные уравнения движения точки в проекциях на оси координат (декартовы, естественные).
12. Каковы две основные задачи динамики точки, которые решаются при помощи дифференциальных уравнений движения точки?
13. Сформулируйте первую (прямую) задачу динамики точки.
14. Как определяются произвольные постоянные при интегрировании дифференциальных уравнений движения материальной точки?
15. Сформулируйте вторую (обратную) задачу динамики точки.
16. Приведите формулировку закона независимости действия сил.
17. Дайте определение инерциальной системы отсчета.
18. Как записываются дифференциальные уравнения движения механической системы, каково их число и порядок? В чем сложность их интегрирования?
19. Как классифицируются задачи динамики механической системы?

16. Тема: Геометрия масс.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление:

- о внешних и внутренних силах, действующих на механическую систему, свойствах главного вектора и главного момента всех внутренних сил системы, о моментах инерции твердого тела и радиусе инерции, центробежных моментах инерции, эллипсоиде инерции;

знать:

- теорему о моментах инерции твердого тела относительно параллельных осей;
- моменты инерции однородных тел относительно осей, проходящих через их центры и являющихся осями симметрии;

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.

17. Тема Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении количества движения.**При освоении темы необходимо:**

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление:

- об исследовании динамики материальной точки и механической системы с помощью теорем об изменении количества движения материальной точки и механической системы;

знать:

- определение центра масс системы;
- меру инертности твердого тела при его поступательном и вращательном движениях;
- теорему о движении центра масс механической системы;
- акцентировать внимание на законе сохранения движения центра масс системы и иллюстрациях этой теоремы;
- теорему об изменении количества движения в дифференциальной и конечной формах;
- применение теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы к решению задач;
- акцентировать внимание на следствиях из теорем об изменении количества движения материальной точки и механической системы;
- область применения указанных общих теорем механики при исследовании динамического поведения механических систем;

уметь:

- проиллюстрировать на примерах случаи, в которых теоремы о движении центра масс и теоремы об изменении количества движения позволяют получить первые интегралы дифференциальных уравнений движения механической системы;
- решать конкретные технические задачи, используя указанные теоремы.

Контрольные вопросы

1. Что называется механической системой? Как классифицируются силы, действующие на механическую систему?
2. Какими свойствами обладают внутренние силы?
3. Что называют центром масс механической системы?
4. Как определяются координаты центра масс системы?
5. Может ли центр масс твердого тела находиться вне этого тела?
6. Запишите формулу для определения координат центра масс в трехмерном пространстве.
7. Из какого физического закона вытекает, что равнодействующая внутренних сил системы равна нулю?

8. Сформулируйте теорему о движении центра масс системы.
9. Сформулируйте закон сохранения движения центра масс системы.
10. В каких случаях центр масс системы движется равномерно и прямолинейно?
11. Что называется количеством движения точки?
12. Что называется элементарным импульсом силы?
13. Как определяется импульс силы за конечный промежуток времени?
14. Как формулируется теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной форме?
15. Как формулируется теорема об изменении количества движения в конечной форме?
16. Как определить количество движения системы?
17. Сформулируйте закон сохранения количества движения системы.
18. В каком случае количество движения механической системы не изменяется

17. Тема: Теорема об изменении кинетической энергии

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление:

- об исследовании динамики материальной точки и механической системы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы;
- об области применения теоремы об изменении кинетической энергии при исследовании динамического поведения механических систем;

знать:

- определение кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения и системы, состоящей из твердых тел;
- теорему об изменении кинетической энергии в дифференциальной и интегральной форме;
- знать все формулы, необходимы для вычисления кинетической энергии материальной точки и механической системы;
- знать все формулы, необходимы для вычисления элементарной работы, полной работы и мощности силы;

уметь:

- вычислять кинетическую энергию твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном его движении, а также кинетическую энергию механических систем, состоящих из тел, совершающих перечисленные движения;
- вычислять элементарную работу, полную работу и мощность силы и применять их при решении конкретных задач;
- составлять дифференциальные уравнения движения механической системы с одной степенью свободы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии в дифференциальной форме;
- применять теорему об изменении кинетической энергии в конечной форме для получения первых интегралов дифференциальных уравнений движения механической системы;
- решать конкретные технические задачи, используя указанные теоремы.

Контрольные вопросы

1. Что называется кинетической энергией материальной точки?
2. Как определить кинетическую энергию абсолютно твердого тела при поступательном движении, вращении вокруг неподвижной оси, плоском движении тела и сферическом движении?
3. Запишите формулы для вычисления элементарной работы силы для случаев, когда движение точки приложения силы задано векторным, координатным либо естественными способами.
4. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной форме.
5. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии точки в конечной форме.
6. Для какой системы изменения кинетической энергии не зависят от внутренних сил?

7. Как определяется работа силы тяжести, силы упругости, силы трения скольжения, момента трения качения?

8. На каких перемещениях работа силы тяжести:

- положительна?
- отрицательна?
- равна нулю?

9. Что называют мощностью силы?

10. Что называется силовым полем? Какое силовое поле называется потенциальным?

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

12. Что называется потенциальной энергией механической системы? Какова зависимость между силовой функцией потенциального поля и потенциальной энергией механической системы, находящейся в этом поле?

13. Какая поверхность называется поверхностью уровня?

14. Сформулируйте и запишите закон сохранения полной механической энергии

18. Тема: Теорема об изменении кинетического момента

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление:

- об области применения теоремы об изменении кинетического момента при исследовании динамического поведения механических систем;

знать:

- понятия «момент количества движения материальной точки» и «кинетический момент механической системы» и свободно оперировать ими;

- условия, при выполнении которых может быть использована теорема об изменении кинетического момента для решения первой и второй задачи динамики;

уметь:

- вычислять момент количества движения материальной точки относительно точки и оси;
- вычислять кинетический момент механической системы;
- применять теорему об изменении кинетического момента для составления дифференциального уравнения движения, для получения первых интегралов дифференциальных уравнений движения механической системы, а так же определения реакций связей при известном движении;
- решать конкретные технические задачи, используя теорему об изменении кинетического момента.

Контрольные вопросы

1. Что называется моментом количества движения точки относительно центра? Как направлен этот вектор?

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?

9. Запишите формулы для вычисления моментов количества движения относительно координатных осей.

19. Тема: Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление:

- о сущности и области применения метода кинетостатики при исследовании динамического поведения механических систем;

- о статической и динамической балансировках тела;

знать:

- метод кинетостатики для материальной точки и механической системы;

- условия, при выполнении которых динамические давления вращающегося твердого тела на опоры равны нулю;

уметь:

- приводить к простейшему виду силы инерции частиц твердого тела в случаях поступательного, вращательного и плоского движений;

- решать конкретные технические задачи, используя теорему об изменении кинетического момента.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается принцип Даламбера для материальной точки?
2. Каковы модуль и направление вектора силы инерции материальной точки?
3. В чём заключается принцип Даламбера для механической системы?
4. Чему равен главный вектор сил инерции?
5. Чему равен главный момент сил инерции?
6. Силы инерции в частных случаях движения твёрдого тела: поступательного, вращательного вокруг оси, проходящей через центр масс, вокруг оси, не проходящей через центр масс, плоскопараллельного движения твёрдого тела.
7. Как определить работу, совершаемую силами инерции при различных видах движения твердого тела?
8. Какой модуль и какое направление имеют переносная и кориолисова силы инерции?
9. В чем заключается различие между дифференциальными и относительными силами инерции?
10. Как определяются переносная и кориолисова силы инерции в различных случаях переносного движения?
11. В чем состоит сущность принципа относительности классической механики?
12. Какие составляющие реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси называются статическими?
13. Какие составляющие реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси называются динамическими?
14. Назовите необходимые и достаточные условия, при выполнении которых тело, вращающееся вокруг неподвижной оси, не оказывает дополнительных давлений на опоры.

20 Тема: Аналитическая механика. Принцип Лагранжа. Общее уравнение динамики.

При освоении темы необходимо:

- изучить материал по соответствующей теме учебных пособий;

иметь представление:

- о сущности и области применения принципа возможных перемещений для исследования равновесия механических систем;

- о принципе Даламбера-Лагранжа (общего уравнения динамики) как инструмента для составления дифференциальных уравнений движения механических систем;

знать:

- содержание основных понятий и определений аналитической механики: классификацию связей, возможные перемещения, обобщенные координаты, число степеней свободы и др.;

- особенности применения принципа возможных перемещений к исследованию равновесия механических систем;

- знать особенности применения общего уравнения динамики к исследованию движения механических систем;

уметь:

- применять принцип возможных перемещений для определения реакций связей в статически определимых и геометрически неизменяемых системах;

- формулировать содержание общего уравнения динамики, уметь записывать его в различных формах;

Контрольные вопросы

1. Какие материальные системы называют свободными и несвободными?
2. Что называют аналитическими связями?
3. Какие связи называют геометрическими и кинематическими?
4. Какие связи называют стационарными и нестационарными?
5. Какие связи называют удерживающими и неудерживающими?
6. Какие связи называют голономными и неголономными?
7. Что называется возможным (виртуальным) перемещением?
8. Зависят ли виртуальные перемещения от действующих на материальную систему сил?
9. При каких связях одно из виртуальных перемещений материальной точки совпадает с ее действительным перемещением?
10. Как взаимосвязаны возможные и действительные перемещения системы?
11. Какие связи называют идеальными?
12. Сформулируйте принцип возможных перемещений.
13. Возможно ли применение принципа возможных перемещений к системам с неидеальными связями?
14. Какие принципы используются при получении общего уравнения динамики?
15. Как записывается общее уравнение динамики для системы, подчиненной голономным, стационарным, удерживающим и идеальным связям?
16. При каком условии общее уравнение динамики есть соединение принципа Даламбера и принципа Лагранжа?

МОДУЛЬ «ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»

Тема: Механизмы с низшими кинематическими парами: механизмы и машины; структурный анализ механизмов. Структурный анализ механизмов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое «техническая система» и, какие составляющие элементы технической системы вы знаете?
2. Дайте определение понятия «модель технической системы. Какими критериями руководствуются при составлении моделей?
3. Дайте определение машинного агрегата.
4. Как классифицируются машины по выполняемым рабочим процессам?
5. Поясните принцип образования основных видов технических систем: привод, машинный агрегат и машина-автомат и дайте определения этих понятий.
6. Как классифицируются механизмы по методам расчета?
7. Как классифицируются механизмы по конструктивным и функциональным признакам?
8. Дайте определение рычажного механизма. Приведите схемы рычажных механизмов.
9. Какие механизмы называются кулачковыми? Особенности кулачковых механизмов и их назначение.
10. Какой механизм называется зубчатым? Особенности зубчатых передач и их назначение.
11. Какие механизмы называются механизмами прерывистого движения. Особенности механизмов прерывистого движения и их назначение.
12. Что называется звеном механизма? Как классифицируются звенья по виду движения?
13. Что называется кинематической парой? Как классифицируются кинематические пары по числу условий связи и по числу степеней свободы?

14. Что называется кинематической цепью? Чем отличается механизм от кинематической цепи? Какие виды кинематических цепей существуют?
15. По какой формуле определяется степень подвижности механизма?
16. Какие задачи решаются в ходе структурного анализа механизмов? В чем сущность структурной классификации плоских механизмов?
17. Что называется группой Ассура? Как определяются класс, порядок, и вид группы Ассура? Приведите примеры групп Ассура.
18. Поясните состав структуры механизмов по Ассуру и дайте определение понятий «структурная группа» и «первичный механизм».
19. Объясните физический смысл числовых коэффициентов в структурной формуле общего вида.
20. Дайте определение понятия «подвижность» механизма. Какие основные структурные формулы используются для ее определения?
21. Как определяется класс механизма?
22. Что собой представляют пассивные связи, какое влияние они оказывают на механизм?
23. Объясните назначение местных подвижностей.
24. Каким образом структурную классификацию плоских механизмов можно распространить на механизмы с высшими кинематическими парами?
25. Как определяется подвижность пространственных рычажных механизмов?

Тема: Синтез механизмов. Оптимизация при синтезе.

Контрольные вопросы:

1. Поясните отличия этапов синтеза механизмов.
2. Как выполняется структурный синтез рычажных механизмов?
3. Как выполняется метрический синтез рычажных механизмов?
4. Охарактеризуйте качественные показатели рычажных механизмов.
5. При каких соотношениях между размерами звеньев кривошип в дезаксиальном кривошипно-ползунном механизме не сможет совершать полный оборот?
6. Спроектируйте кривошипно-коромысловый шарнирный четырехзвенник по заданным крайним положениям его коромысла.

Тема: Динамический анализ технических систем.

Контрольные вопросы:

1. Что называется звеном приведения? Какое звено чаще всего выбирают в качестве звена приведения?
2. Дайте определение понятия «динамическая модель». Какие методы обеспечения эквивалентности динамических моделей механизмов вы знаете?
3. Физический смысл приведенного момента, приведенной массы, приведенного момента сил сопротивления и движущих сил от чего они зависят?
4. Аналитический метод определения приведенного момента.
5. Построение графика приведенного момента инерции, выбор масштабного коэффициента?
6. Докажите, что приведенный момент инерции механизма не зависит от скорости звена приведения.
7. Уравнение Лагранжа II рода и его применение для записи уравнений движения машины?
8. Охарактеризуйте режимы движения машины.
9. Что называется коэффициентом неравномерности движения звена приведения механизма?
10. Какова цель установки маховика в механизме или машине?
11. Какие причины вызывают периодические колебания скорости звена приведения механизма?
12. Что понимают под механическим коэффициентом полезного действия механизма? Как он вычисляется?
13. Каким образом можно снизить неравномерность хода машины?
14. Каким образом, и для каких целей реализуется в механизме маховая масса?

Тема: Колебания в машинах. Вибрации.

Контрольные вопросы:

1. В каком случае применяется полное уравнивание сил инерции?
2. В каком случае применяется частичное уравнивание сил инерции?
3. Механические характеристики двигателей (идеальная, статическая, динамическая). Какая физическая модель описывает выбранный двигатель?
4. Крутизна статической характеристики двигателя, постоянная времени двигателя, что они характеризуют?
5. Понятие динамической ошибки по скорости? Какие способы уменьшения динамической ошибки существуют?
6. Возмущающий момент и его физический смысл?
7. Понятие внутренней виброактивности машинного агрегата.
8. Что называется динамическим моментом в передаточном механизме? Какими способами можно добиться знакопостоянства динамического момента в передаточном механизме?
9. Чем отличается переходный процесс от установившегося процесса? Что такое время разбега? При каких условиях процесс разбега колебательный? Какими методами можно добиться апериодического процесса разбега?
10. Как влияет маховик на время разбега?
11. Какие отрицательные явления возникают в механизмах при наличии вибрации?
12. Назовите меры, позволяющие минимизировать влияние вибрации на работоспособность технических систем.
13. Объясните принципы работы виброзащитных устройств.
14. Назовите виды приводов, используемые в машинных агрегатах.
15. На каких этапах синтеза механизма применяется балансировка?
16. На каких этапах синтеза применяется защита от внешних воздействий?
17. Как изменится уравнение движения машинного агрегата при введении в ее состав виброизолятора?

Тема: Механизмы с высшими кинематическими парами - зубчатые механизмы.**Контрольные вопросы:**

1. Как определить число степеней свободы различных типов зубчатых передач.
2. Дайте определение сопряженного профиля.
3. Какое ограничение на движение сопряженных профилей накладывает теорема о высшей кинематической паре?
4. Назовите основное свойство теоремы зацепления.
5. Где применяется метод обращения движения?
6. Сформулируйте основной закон зацепления.
7. Какие виды зубчатых механизмов в зависимости от расположения осей вы знаете?
8. Запишите формулу Виллиса и объясните ее физический смысл.
9. Как производится кинематическое исследование многоступенчатых зубчатых передач?
10. Как определяется коэффициент полезного действия многоступенчатых зубчатых передач?
11. Что называется передаточным отношением зубчатой передачи?
12. Дайте определения основных параметров зубчатых колес.
13. Дайте определения понятий «головка зуба», «ножка зуба» и запишите формулы для определения высот этих параметров.
14. Что называется эвольвентой окружности?
15. Назовите достоинства эвольвентного зацепления.
16. Охарактеризуйте качественные показатели зубчатых механизмов.
17. Что называется углом перекрытия? Какой физический смысл он имеет?
18. Назовите методы изготовления зубчатых колес.
19. Дайте определения звеньев типовых планетарных механизмов и вычертите их схемы.
20. Запишите условия соосности, соседства и сборки для типовых планетарных механизмов.

Тема: Механизмы с высшими кинематическими парами - кулачковые механизмы.

Контрольные вопросы:

1. Что называется кулачковым механизмом? Из каких звеньев состоит типовой кулачковый механизм? Назовите преимущества и недостатки кулачковых механизмов по сравнению с рычажными механизмами.
2. Дайте определение угла давления. Какое влияние он оказывает на работу и коэффициент полезного действия кулачкового механизма?
3. Какие законы движения желательно употреблять в быстроходных кулачковых механизмах?
4. Для чего в схему типового кулачкового механизма вводят дополнительное звено - ролик?
5. По каким признакам классифицируют кулачковые механизмы?
6. Объясните суть силового и геометрического замыкания высшей кинематической пары в кулачковом механизме.
7. Как определяется минимальный радиус кулачка по заданному закону движения толкателя и углу давления для плоского кулачкового механизма с поступательно движущимся толкателем, с качающимся толкателем?
8. Показать участки профиля кулачка, в которых при движении наблюдаются «жесткие», «мягкие», удары, безударное движение.
9. Каковы преимущества и недостатки силового замыкания?
10. Почему в кулачковом механизме с плоским толкателем профиль кулачка должен быть выпуклым?
11. Какие фазы движения выходного звена кулачкового механизма вы знаете?
12. При каком законе движения толкателя ускорение и угол давления принимают максимальные значения?
13. Какие геометрические параметры получаем на совмещенной диаграмме?
14. Каким способом проводится профилирование кулачка?
15. В чем заключается особенность структурного анализа кулачкового механизма с роликовым толкателем?

МОДУЛЬ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ДЕТАЛИ МАШИН»

Тема: Основные задачи и понятия курса «Сопротивление материалов и детали машин»

Контрольные вопросы:

1. Какие задачи решаются в курсе сопротивления материалов?
2. На каких допущениях базируется сопротивление материалов?
3. Какие силы называются внешними, какие внутренними?
4. В чем сущность метода сечений?
5. Что такое напряжение?
6. Физический смысл нормального и касательного напряжения.
7. Условие прочности.
8. Назовите три типа задач, которые решаются в сопротивлении материалов.
9. Деформации. Условие жесткости.
10. Какая деформация называется центральным растяжением (сжатием)?
11. Как вычислить значение продольной силы в поперечном сечении стержня (бруса)?
12. Как распределяются нормальные напряжения в поперечном сечении? Чему они равны?
13. Чем отличается расчет на прочность конструкций из пластичных и хрупких материалов?
14. Три характерных вида задач при осевом растяжении (сжатии) на прочность.
15. Что такое абсолютная продольная деформация? Абсолютная поперечная деформация.
16. Что такое относительная продольная деформация? Относительная поперечная деформация?
17. Что называется коэффициентом поперечной деформации?
18. Что называется модулем упругости E ?
19. Какие формулы, выражающие закон Гука, Вы знаете?
20. Как определить перемещение произвольного сечения?

Тема: Опытное изучение свойств материала при осевом растяжении и сжатии. Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности. Сдвиг.

Контрольные вопросы:

1. Что такое напряженное состояние в точке?
2. Какое напряженное состояние называется объемным (трехосным), плоским (двухосным) и линейным (одноосным)?
3. Дайте понятие о главных напряжениях.
4. Как определяются главные напряжения при плоском и объемном напряженном состоянии?
5. Какие прочностные критерии используются при определении величины эквивалентного напряжения для пластичных тел?
6. Какие прочностные критерии используются при определении величины эквивалентного напряжения для хрупких тел?
7. Сформулируйте 3-ю и 4-ю теории прочности.
8. Опасное (предельное) состояние материала при осевом растяжении и сжатии.
9. Напишите условие прочности по теории наибольших касательных напряжений.
10. Чему равно эквивалентное напряжение по энергетической теории прочности?
11. Для каких материалов применяется третья и четвертая теории прочности?
12. Какие напряжения возникают в поперечных сечениях при чистом сдвиге? Как они распределяются по сечению?
13. Сформулируйте закон парности касательных напряжений.
14. Как формулируется закон Гука при чистом сдвиге?
15. Напишите зависимость между модулем сдвига, модулем Юнга и коэффициентом поперечной деформации.

Тема: Геометрические характеристики сечения

Контрольные вопросы:

1. Что называется статическим моментом сечения относительно оси? Его размерность?
2. Чему равен статический момент сечения относительно центральной оси?
3. По каким формулам определяются координаты центра тяжести сечения?
4. Для каких сечений при определении центра тяжести достаточно найти одну координату?
5. Что называется осевым, полярным и центробежным моментом инерции сечения? Размерность?
6. Какие оси называются главными центральными?
7. По каким формулам находятся главные моменты инерции?

Тема: Изгиб.

Ключевые вопросы

1. Чему равен момент изгибающий в произвольном поперечном сечении балки?
2. Чему равна поперечная сила в произвольном поперечном сечении балки?
3. Правило знаков для поперечной силы.
4. Правило знаков для момента изгибающего M.
5. Напишите зависимость между моментом изгибающим и поперечной силой.
6. Чему равен момент изгибающий в поперечном сечении балки?
7. Чему равна поперечная сила в поперечном сечении балки?
8. Условие прочности балки из пластичного материала.
9. Какие сечения стержня при изгибе считаются опасными?
10. Какие точки поперечного сечения стержня являются опасными?
11. Как учитываются механические характеристики материала при определении коэффициента запаса прочности?
12. Какая геометрическая характеристика сечения определяет прочность по нормальным напряжениям при изгибе?
13. Какая форма сечения балки является рациональной для пластичного материала?
14. Что называется прогибом сечения? Что называется углом поворота сечения?
15. Напишите зависимость между углом поворота сечения и прогибом.

16. Напишите уравнение изогнутой оси балки.

17. Из каких условий определяются постоянные интегрирования при решении дифференциального уравнения изогнутой оси балки.

18. Где помещаем начало координат при определении деформаций методом начальных параметров?

19. Сколько постоянных интегрирования имеет метод начальных параметров?

Тема: Сложное сопротивление. Косой изгиб.

Контрольные вопросы:

1. Какой вид нагружения называется косым изгибом?

2. Из каких видов нагружения складывается косой изгиб (в соответствии с принципом независимости действия сил)?

3. Напишите формулу определения напряжений при косом изгибе.

4. Что собой представляет нейтральная ось при косом изгибе?

5. Условие прочности при изгибе.

6. Какое сложное нагружение называется внецентренным сжатием (растяжением)?

7. К каким видам нагружений приводится внецентренное сжатие (растяжение)?

8. Что называется центром давления?

9. Какой вид имеет нулевая линия при внецентренном сжатии (растяжении)?

10. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении при внецентренном сжатии (растяжении)?

11. Как определяются точки поперечного сечения, в которых возникают максимальные растягивающие и сжимающие напряжения при косом изгибе, при внецентренном сжатии (растяжении)?

12. Какое напряженное состояние возникает в поперечном сечении при совместном действии изгиба и кручения?

13. Напишите условие прочности для расчета вала.

14. Напишите формулу для расчета эквивалентного момента при расчете по третьей и четвертой теории прочности.

15. Как выбирается опасное сечение при расчете вала?

Тема: Расчёт сжатых стержней на устойчивость. Расчёт на прочность при напряжениях циклически изменяющихся во времени (расчет на усталость). Динамические нагрузки.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается явление потери устойчивости равновесного состояния стержня?

2. Какая сжимающая сила называется критической?

3. Какие способы определения критической силы вы знаете?

4. Как влияет закрепление концов стойки (стержня) на величину критической силы?

5. Что такое гибкость стойки и приведенная длина?

6. Что такое предельная гибкость?

7. Когда применима формула Эйлера для определения критической силы?

8. Как рассчитать критическую силу для стойки средней гибкости?

9. Что такое проверочный и проектировочный расчет на устойчивость?

10. Какое влияние оказывают на критическую силу упругие и прочностные характеристики при потере устойчивости стержня в упругой стадии?

11. Что называется усталостью материала?

12. Что называется циклом напряжения?

13. Что называется средним, максимальным и минимальным напряжением, амплитудой, коэффициентом асимметрии?

14. Что представляет собой симметричный и асимметричный цикл напряжений?

15. Что называют пределом выносливости?

16. Как влияют размеры детали на величину предела выносливости?

17. Что называется эффективным коэффициентом концентрации напряжений?

18. Как влияет на величину предела выносливости чистота поверхности?

19. Почему уточненные расчеты на усталостную прочность выполняют как проверочные?
20. Условие прочности по коэффициентам запаса прочности.
21. Сформулируйте принцип Даламбера. Какая гипотеза лежит в основе приближенной теории удара?

22. Чему равен динамический коэффициент при ударной нагрузке?

Тема: Классификация механизмов, узлов, деталей, стадии разработки. Требования к деталям, основные критерии работоспособности, надежности и расчета деталей машин. Механические передачи и их назначение.

Контрольные вопросы:

1. Что следует понимать под деталью и сборочной единицей?
2. Что следует понимать под надежностью машин и их деталей и каковы их основные критерии?
3. Назовите методы оценки прочностной надежности деталей.
4. Назовите виды изнашивания деталей машин.
5. Чем оценивается жесткость детали?
6. Дайте определение износостойкости.
7. Сформулируйте цель обеспечения технологичности.
8. Дайте определение стандартизации.
9. Дайте определение унификации.
10. Сколько стадий проектирования предусматривается системой ЕСКД?
11. Как классифицируют механические передачи по принципу действия и по взаимному расположению звеньев передачи в пространстве?
12. Каково основное назначение механических передач?
13. Как определяется передаточное отношение многоступенчатой передачи?
14. При каком значении передаточного отношения передача будет замедляющей?
15. Какая существует зависимость между мощностью, угловой скоростью и вращающим моментом на валах привода?
16. Дайте определение вариатора.
17. В каких случаях целесообразно применять фрикционные передачи?
18. Условие работы фрикционной передачи.
19. Какими достоинствами и недостатками обладают фрикционные передачи.
20. Какая передача называется ременной? Укажите её достоинства и недостатки по сравнению с другими видами передач.
21. Перечислите основные типы приводных ремней и дайте их краткую сравнительную характеристику. От каких факторов зависит долговечность ремня?
22. Как определяется передаточное число ременной передачи без учета и с учетом скольжения ремня на шкиве?
23. Обеспечивают ли зубчатые передачи постоянство передаточного отношения?
24. По каким основным признакам классифицируют зубчатые передачи?
25. Дайте определение редуктора.
26. Какие материалы целесообразно применять при изготовлении зубчатых передач?
27. Как определяется передаточное отношение зубчатой передачи?
28. Какое звено зубчатой передачи (червяк или червячное колесо) обычно бывает ведущим?
29. Какими достоинствами и недостатками обладают червячные передачи по сравнению с зубчатыми?
30. В каких случаях применяют червячные передачи?
31. По каким критериям ведется расчет зубчатых и червячных передач?
32. Приведите схему принципиального устройства цепной передачи между параллельными валами.
33. Какая передача (ременная или цепная) способна передать большую мощность?
34. С какой целью любую цепную передачу оснащать натяжным устройством?
35. Какую цепь лучше применять, если передача должна работать бесшумно?

36. Принципиальное устройство передачи винт-гайка.
37. Как подразделяются винты в винтовых механизмах в зависимости от их назначения?
38. Из каких материалов изготавливают винты и гайки?

Тема: Детали, обслуживающие вращательные движения (валы, подшипники, муфты).

Контрольные вопросы:

1. Какова разница между валом и осью?
2. Назначение вала.
3. Каково назначение галтели?
4. Как рассчитывают валы на прочность и жесткость?
5. Дайте определение подшипника.
6. Как различают типы подшипников качения?
7. Какими достоинствами и недостатками обладают подшипники скольжения?
8. Какие виды разрушения встречаются в подшипниках скольжения?
9. Из каких деталей состоит подшипник качения?
10. Для чего применяется сепаратор?
11. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
12. Какие виды разрушения характерны для подшипников качения?
13. Как подбирают подшипники по стандарту?
14. Как подбирают подшипники качения по динамической грузоподъемности?
15. Как различают группы муфт по принципу действия и характеру работы?
16. По каким параметрам производят подбор муфт?
17. Какие различают виды упругих муфт?
18. Основная паспортная характеристика муфт.
19. В чем заключается расчет муфт?

Тема: Соединение деталей машин. Неразъемные и разъемные соединения.

Контрольные вопросы:

1. Что представляет собой заклепка?
2. Как подразделяются клепаные соединения по функциональному назначению?
3. Конструкции клепаных соединений.
4. Требования к материалу заклепок.
5. Напишите условия прочности на срез и смятие клепаных соединений.
6. Дайте определение сварки.
7. Виды сварки.
8. Назовите виды сварных соединений.
9. Какие применяют типы сварных швов?
10. Напишите формулу расчета на прочность стыковых соединений.
11. Напишите формулу расчета на прочность при сварке угловыми швами.
12. Достоинства и недостатки сварных соединений.
13. Какие соединения называются резьбовыми?
14. Как классифицируют резьбы по геометрической форме и назначению?
15. Какие резьбы называются метрическими и дюймовыми?
16. Каковы достоинства болтового соединения?
17. В каких случаях применяют шпильки?
18. Как осуществляется стопорение резьбовых соединений?
19. Когда применяют мелкие резьбы?
20. Назовите составные части шпоночного соединения.
21. Оценка применения шпоночного соединения.
22. Какими шпонками осуществляется напряженное соединение, а какими шпонками ненапряженное?
23. Назовите основной критерий работоспособности шпоночных соединений.
24. Запишите условие прочности на срез шпонки.

25. Запишите условие прочности на смятие шпонки.
26. Дайте определение шлицевого соединения.
27. Назовите преимущества и недостатки шлицевого соединения по сравнению со шпоночным.
28. Запишите условие прочности на смятие шлицевого соединения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение дисциплины «Механика» предполагает реализацию индивидуально-творческого подхода, развитие логического мышления студентов, формирование профессионально-необходимых качеств и компетенций будущих специалистов:

- профессиональная компетентность (сочетание теоретических знаний и практической подготовки выпускника), что достигается при изучении теоретического материала, подготовки к лабораторным занятиям и выполнения расчетно-графических работ и курсового проекта;

- коммуникационная готовность (владение литературной и деловой письменной и устной речью; умение разрабатывать техническую документацию и пользоваться ею), что достигается при ответе на контрольные вопросы по темам и оформлении расчетно-графических работ и курсового проекта;

- способность к творческим подходам в решении профессиональных задач, умение ориентироваться в нестандартных условиях и ситуациях, анализировать проблемы, ситуации, задачи, а также разрабатывать план действий; готовность к реализации плана и к ответственности за его выполнение;

- устойчивое, осознанное, позитивное отношение к своей профессии, стремление к постоянному личностному и профессиональному совершенствованию.