Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 30.03.2026 11:14:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов /

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика роботов и мехатронных модулей

Направление подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль
Роботы и робототехнические комплексы

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
Профессор кафедры «Автоматика и управление»,
д.т.н., доцент  /В.Р. Гасияров/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3 Содержание дисциплины ... 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 10
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 11
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 11
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 11
4.2 Основная литература ... 11
4.3 Дополнительная литература ... 11
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 12
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 12
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 12
5 Материально-техническое обеспечение ... 12
6 Методические рекомендации ... 12
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7 Фонд оценочных средств ... 14
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 14
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 16
7.3 Оценочные средства ... 22

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель дисциплины: формирование системы профессиональных знаний и практических навыков по механике роботов и мехатронных модулей. Формирование представления о механических моделях материальных объектов реального мира; изучение общих законов механики, которым подчиняются движение и равновесие систем материальных тел с учетом возникающих при этом механических взаимодействий; изучение методов механического и математического моделирования, общих принципов и современных методов расчета на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей.

Задачи дисциплины:

- приобретение студентами умения строить механические и математические модели технических систем и исследовать их, квалифицированно применяя основные методы статического, кинематического и динамического анализа механических систем;
- развитие логического и творческого мышления, необходимых при решении производственных задач;
- научить разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций и выполнять расчеты на прочность типовых элементов конструкций.

Обучение по дисциплине «Механика роботов и мехатронных модулей» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**	**Наименование показателя оценивания**
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Понимает теоретические основы естественнонаучных и технических дисциплин, основные законы функционирования объектов профессиональной деятельности; ИОПК-1.2. Применяет на практике математические методы для анализа и моделирования различных аспектов функционирования объектов профессиональной деятельности; ИОПК-1.3. Владеет навыками анализа и синтеза автоматизированных систем и их элементов с учетом их специфики.	**Знать:** основные законы динамики материальных объектов; методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность; механические свойства конструкционных материалов **Уметь:** применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции; разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; выполнять расчёты на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей. **Владеть:** методами решения инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности;

		методами решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)». Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Высокоточный электропривод роботов;
Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование;
Инженерная и компьютерная графика;
Информационно-управляющие устройства в робототехнике;
Линейная алгебра;
Математические основы робототехнических систем;
Математический анализ;
Материаловедение;
Моделирование роботов и робототехнических систем;
Производственная практика (проектно-технологическая);
Специальные главы математики;
Управление роботами и робототехническими комплексами;
Физика;
Электрические исполнительные системы робототехнических комплексов.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	4
1	**Аудиторные занятия**	**144**	**72**	**72**
	В том числе:			
1.1	Лекции	72	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	72	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**216**	**108**	**108**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к контрольным работам	24	24	-
2.2	Работа с конспектом лекций	36	18	18
2.3	Выполнение расчетно-графических работ	48	38	10
2.4	Выполнение курсовой работы и оформление пояснительной записки	44	-	44
2.5	Подготовка к зачету	28	28	-
2.6	Подготовка к экзамену	36	-	36
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	экзамен, КР
	Итого	**360**	**180**	**180**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские / практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение в механику**	**24**	**6**	**0**	**0**	**0**	**18**
1.1	Тема 1. Содержание разделов механики.		2				2
1.2	Тема 2. Статика твердого тела.		2				10
1.3	Тема 3. Теория моментов.		2				6
2	**Раздел 2. Системы сил**	**38**	**8**	**6**	**0**	**0**	**24**
2.1	Тема 1. Сходящихся система сил.		2				6
2.2	Тема 2. Произвольная плоская система сил.		2	2			6
2.3	Тема 3. Произвольная пространственная система сил. Трение.		2	4			6
2.4	Тема 4. Центр параллельных сил. Центр тяжести.		2				6
3	**Раздел 3. Кинематика**	**60**	**10**	**10**	**0**	**0**	**40**
3.1	Тема 1. Введение в кинематику. Кинематика точки.		2				6
3.2	Тема 2. Кинематика твердого тела.		2	2			10
3.3	Тема 3. Плоскопараллельное или плоское движение твердого тела.		2	4			10
3.4	Тема 4. Сложное движение точки.		2	2			10
3.5	Тема 5. Сложное движение твердого тела.		2	2			4
4	**Раздел 4. Динамика**	**104**	**26**	**26**	**0**	**0**	**52**
4.1	Тема 1. Введение в динамику.		2				4
4.2	Тема 2. Динамика точки.		2	4			6
4.3	Тема 3. Введение в динамику механической системы.		4	2			4
4.4	Тема 4. Геометрия масс. Моменты инерции твердого тела и системы относительно плоскости, оси, полюса.		4	2			4
4.5	Тема 5. Общие теоремы динамики точки и системы.		2	4			6
4.6	Тема 6. Теорема об изменении количества движения.		2	2			4
4.7	Тема 7. Теорема об изменении кинетической энергии.		2	2			4
4.8	Тема 8. Динамика твердого тела.		2	2			8

4.9	Тема 9. Элементы аналитической механики (принцип возможных перемещений)		4	4			6
4.10	Тема 10. Уравнения Лагранжа II рода.		2	4			6
5	**Раздел 5. Основные понятия и принципы прикладной механики**	**24**	**4**	**4**	**0**	**0**	**16**
5.1	Тема 1. Внутренние силы.		2				6
5.2	Тема 2. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня		2	4			10
6	**Раздел 6. Расчёты на прочность**	**64**	**10**	**18**	**0**	**0**	**36**
6.1	Тема 1. Расчёты на прочность при растяжении-сжатии.		2	4			8
6.2	Тема 2. Расчёты на прочность при кручении.		2	4			8
6.3	Тема 3. Изгиб.		2	4			8
6.4	Тема 4. Сложное сопротивление.		2	4			8
6.5	Тема 5. Устойчивость.		2	2			4
7	**Раздел 7. От механики к мехатроники**	**46**	**8**	**8**	**0**	**0**	**30**
7.1	Тема 1. Мехатронные модули.		2	4			10
7.2	Тема 2. Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств		2	2			10
7.3	Тема 3. Силовой анализ механизмов мехатронных устройств.		4	2			10
	Итого	**360**	**72**	**72**	**0**	**0**	**216**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в механику

Введение. Предмет механики. Содержание разделов механики. Механическое движение как одна из форм движения материи. Механика и ее место среди естественных и технических наук. Статика твердого тела. Предмет статики. Основные понятия статики: абсолютно твердое тело; сила, эквивалентные системы сил; равнодействующая и уравновешивающая сила, силы внешние и внутренние. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Основные типы связей и их реакции.

Проекции сил. Теория моментов. Момент силы относительно центра и оси. Алгебраический момент силы относительно центра. Пара сил. Главный вектор и главный момент системы сил относительно центра. Теорема о параллельном переносе силы. Приведение системы сил к центру.

Раздел 2. Системы сил

Сходящихся система сил. Определение понятия, две основные задачи статики. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Равнодействующая сходящейся системы сил. Условие равновесия сходящейся системы сил в геометрической и аналитической формах. Теорема о трех непараллельных силах.

Произвольная плоская система сил. Приведение плоской системы сил. Главный вектор и главный момент плоской системы сил. Частные случаи приведения плоской системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей силы. Аналитические условия равновесия

произвольной плоской системы сил. Различные формы условий равновесия плоской системы сил. Равновесие плоской системы параллельных сил.

Произвольная пространственная система сил. Главный вектор и главный момент пространственной системы сил. Частные случаи приведения пространственной системы сил. Аналитические условия равновесия пространственной системы сил. Случай параллельных сил.

Трение. Трение скольжения. Законы трения. Равновесие при наличии сил трения. Угол и конус трения. Область равновесия. Трение качения. Коэффициент трения качения.

Центр параллельных сил. Центр тяжести. Центр параллельных сил системы и его координаты. Центр тяжести твердого тела и его координаты. Центр тяжести твердого тела, объема, площади, линии. Способы нахождения положения центра тяжести тел. Центры тяжести простейших тел (дуги окружности, треугольника, кругового сектора).

Раздел 3. Кинематика

Введение в кинематику. Предмет кинематики. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Система отсчета. Задачи кинематики. Кинематика точки. Векторный способ задания движения точки. Траектория точки. Векторы скорости и ускорения точки. Координатный способ задания движения точки. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси. Естественный способ задания движения точки. Естественный трехгранник. Естественные оси координат. Скорость и ускорение точки в проекциях на естественные оси координат. Касательное и нормальное ускорения точки. Некоторые частные случаи движения точки.

Кинематика твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Выражение скорости точки вращающегося тела, ее касательного и нормального ускорений в виде векторных произведений. Частные случаи вращения твердого тела.

Плоскопараллельное или плоское движение твердого тела. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на поступательное вместе с полюсом и вращательное вокруг полюса. Независимость угловой скорости и углового ускорения от выбора полюса. Теорема о скоростях точек плоской фигуры. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры. Мгновенный центр скоростей плоской фигуры. Доказательство его существования и способы нахождения. Определение скоростей точек с помощью мгновенного центра скоростей. Теорема об ускорениях точек плоской фигуры. Понятие о мгновенном центре ускорений. Доказательство существования, способы нахождения. Определение ускорений точек при помощи мгновенного центра ускорений.

Сложное движение точки. Абсолютное и относительное движение точки; переносное движение точки. Теорема о сложении скоростей.

Дифференцирование единичного вектора. Теорема об ускорениях точки в сложном движении (теорема Кориолиса). Определение ускорения Кориолиса; модуль, направление, физический смысл. Случай поступательного переносного движения.

Сложное движение твердого тела. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение мгновенных вращений тела вокруг параллельных и пересекающихся осей. Пара мгновенных вращений. Кинематический винт. Мгновенная винтовая ось.

Раздел 4. Динамика

Трёхфазная система ЭДС и её получение в трёхфазном генераторе Понятие о Введение в динамику. Предмет динамики. Основные понятия и определения; масса, материальная точка, сила. Законы классической механики. Инерциальная система отсчета. Задачи динамики.

Динамика точки. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки в декартовых координатах. Естественные уравнения движения материальной точки. Две основные задачи динамики точки. Решение первой задачи динамики. Вторая задача динамики точки. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки в простейших случаях. Постоянные интегрирования и их определение по начальным условиям.

Введение в динамику механической системы. Механическая система. Масса системы. Центр масс и его координаты. Классификация сил, действующих на систему; силы внешние и внутренние, заданные и реакции связей. Свойства внутренних сил.

Геометрия масс. Моменты инерции твердого тела и системы относительно плоскости, оси, полюса. Радиус инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей. Осевые моменты инерции некоторых тел.

Общие теоремы динамики точки и системы. Теорема о движении центра масс. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы. Закон сохранения движения центра масс. Примеры, иллюстрирующие закон сохранения движения центра масс. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии.

Динамика твердого тела. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Элементы аналитической механики (принцип возможных перемещений). Связи и их уравнения.

Уравнения Лагранжа II рода. Обобщенные координаты системы. Обобщенные силы и способы их вычисления.

Раздел 5. Основные понятия и принципы прикладной механики

Основные понятия и принципы прикладной механики. Внутренние силы. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня. Напряжения и деформации.

Раздел 6. Расчёты на прочность

Расчёты на прочность при растяжении-сжатии. Напряжения при растяжении- сжатии. Деформации, условия прочности и жесткости при растяжении и сжатии.

Механические испытания конструкционных материалов. Геометрические характеристики плоских сечений.

Расчёты на прочность при кручении. Деформации при кручении

Изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе балки. Дифференциальные зависимости Журавского. Напряжения при чистом изгибе. Напряжения при плоском поперечном изгибе.

Условие прочности при изгибе. Перемещения при изгибе.

Сложное сопротивление. Напряженное состояние в точке. Обобщенный закон Гука. Теории прочности. Косой изгиб.

Сложное сопротивление бруса. Изгиб с растяжением. Внецентренное растяжение или сжатие. Кручение с изгибом.

Устойчивость. Формула Эйлера для критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости.

Раздел 7. От механики к мехатроники

От механики к мехатроники. Виды мехатронных устройств. Мехатронные модули. Классификация. Мехатронные модули движения. Интеллектуалные мехатронные модули. Кинематический анализ механизмов мехатронных устройств. Силовой анализ механизмов мехатронных устройств.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Равновесие плоской системы сил. Равновесие свободного тела и системы сочлененных ТТ. Освоение методики решения задач геометрической статики, связанных с нахождением и реакций внешних и внутренних связей.

Практическое занятие 2. Равновесие сочлененных тел. Равновесие с учетом сил трения

Практическое занятие 3. Равновесие пространственной произвольной системы сил.

Практическое занятие 4. Простейшие движения твердого тела. Освоение методики нахождения кинематических характеристик тел в их простейших движениях, а также скоростей и ускорений точек тел.

Практические занятия 5-6. Кинематика плоских механизмов. Освоение методики кинематического исследования плоского механизма: нахождение скоростей и ускорений точек тела при плоском движении с помощью теорем о распределении скоростей и ускорений точек ТТ, МЦС; определение угловых скоростей и угловых ускорений звеньев механизма.

Практические занятия 7-8. Сложное движение точки. Абсолютное, относительное, переносное движения. Сложение скоростей и ускорений. Применение основных понятий и теорем теории сложного движения точки при решении задач

Практические занятия 9-10. Динамика материальной точки. Две задачи динамики. Освоение методики решения первой и второй задач динамики материальной точки в инерциальной системе отсчета.

Практические занятия 11-12. Исследование относительного движения материальной точки.

Практические занятия 13-14. Общие теоремы динамики механической системы. Теорема о движении центра масс.

Практическое занятие 15. Теорема об изменении кинетического момента МС относительно неподвижной оси или центра масс.

Практические занятия 16-17. Теорема об изменении кинетической энергии. Применение общих теорем динамики к изучению движения механической системы.

Практические занятия 18-19. Аналитическая статика: принцип возможных перемещений, принцип возможных скоростей. Составление уравнений равновесия системы тел с помощью принципа возможных скоростей. Освоение методики решения задач аналитической статики: нахождение уравновешивающих активных сил; определение реакций связей.

Практические занятия 20-22. Уравнения Лагранжа второго рода. Освоение методики вывода уравнений, описывающих динамику голономных механических систем с одной и двумя степенями свободы. Решение задач о малых колебаниях системы с одной степенью свободы

Практические занятия 23-24. Построение расчётных схем элементов конструкций. Определение реакций опор.

Практические занятия 25-26. Построение эпюр внутренних силовых факторов в стержнях при растяжении-сжатии. Расчёты на прочность и жесткость стержней при растяжении-сжатии.

Практические занятия 27-28. Построение эпюр внутренних силовых факторов в стержнях при кручении. Расчёты на прочность и жёсткость валов при кручении.

Практическое занятие 29-30. Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках при изгибе. Расчёты на прочность консольных балок при изгибе.

Практическое занятие 31. Расчёты на прочность стержней при внецентренном растяжении-сжатии.

Практическое занятие 32. Расчеты на устойчивость сжатых стержней.

Практические занятия 33-34. Структура мехатронных модулей.

Практические занятия 35-36. Кинематическая точность мехатронных модулей.

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

"Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций"

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Лукашевич, Н. К. Теоретическая механика : учебник для вузов / Н. К. Лукашевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 266 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02524-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/562138.

2. Вильке, В. Г. Теоретическая механика : учебник и практикум для вузов / В. Г. Вильке. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03481-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560841.

3. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / В. Г. Атапин. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 438 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15962-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560618.

4. Валишвили, Н. В. Сопротивление материалов и конструкций : учебник для вузов / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 429 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8247-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/560869.

4.3 Дополнительная литература

1. Чуркин, В. М. Теоретическая механика в решениях задач. Кинематика : учебник для вузов / В. М. Чуркин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 386 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04644-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563455.

2. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 368 с. — (Высшее

образование). — ISBN 978-5-534-02640-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/537728.

3. Халилов, В. Р. Теоретическая механика: динамика классических систем : учебник для вузов / В. Р. Халилов, Г. А. Чижов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09093-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/563084.

4. Прикладная механика : учебник для вузов / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич, Т. Ю. Чуркина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 347 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17747-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/533662.

5. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов. Сборник заданий с примерами их решений : учебник для вузов / В. Г. Атапин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17691-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/562786.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. Math Works-MATLAB
3. Microsoft-Windows

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru

2. Компьютерные информационно-правовые системы «Консультант» http://www.consultant.ru, «Гарант» http://www.garant.ru

3. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.

4. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

5. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).

2. Аудитория для лекционных, практических занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к практическим и семинарским занятиям.

При подготовке к практическим работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выполненным заданиям каждого студента и учебной группы в целом. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Механика роботов и мехатронных модулей» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита практических работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к промежуточной аттестации.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;

- выполнение расчетно-графических работ;
- выполнение курсовой работы и подготовка пояснительной записки;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету;
- подготовка к экзамену;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- контрольные работы;
- выполнение и защита расчетно-графических работ;
- курсовая работа;
- зачет;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по практическим работам индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ОПК-1.	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Механика роботов и мехатронных модулей»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Контрольная работа	Решение контрольной работы осуществляется на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдаются 2 задачи. Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов.
2	Текущий	Расчетно-графическая работа	Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд расчетно-графических работ по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. Далее проводится защита расчетно-графической работы каждого студента индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
3	Промежуточный	Зачет	Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Зачет проводится в форме устного опроса. В состав билета входит три теоретических вопроса, ответ на билет проходит с предварительной подготовкой 10 минут. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность зачета 30 минут. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.
4	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по

			дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Механика роботов и мехатронных модулей» (выполнили контрольные и расчетно-графические работы, выполнили курсовую работу)
4	Промежуточный	Курсовая работа	Курсовая работа, выполненная в соответствии с требованиями по содержанию и оформлению, защищается в сроки, предусмотренные графиком выполнения курсовых проектов по данной дисциплине. Курсовая работа выдается во 2-м семестре не позднее 9-й академической недели. График выполнения курсового проекта следующий: 1-8-я академическая недели - изучение теоретических основ; 9-я академической неделя - получения задания на курсовую работу; 9-13-я академические недели - выполнение курсового проекта; 14-17-я академические недели - Представление чистового варианта курсового проекта; 18-я академическая неделя - Защита курсового проекта. Обучающийся в течение семестра самостоятельно выполняет ряд заданий в соответствие с методическим указанием. Преподаватель выставляет предварительную оценку. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях и отвечает на вопросы.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
	Не зачтено	**Зачтено**		
знать: - основные законы динамики материальных объектов; - методы механического и математического моделирования типовых элементов	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основные законы динамики материальных объектов;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные законы динамики материальных объектов;	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основные законы динамики материальных объектов;	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основные законы динамики материальных объектов;

машин и конструкций; - общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность; - механические свойства конструкционных материалов.	- основные методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; - общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность.	- основные методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; - общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	- основные методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; - общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	- основные методы механического и математического моделирования типовых элементов машин и конструкций; - общие принципы и методы инженерных расчетов типовых элементов машин и конструкций на прочность. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции; - разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; - выполнять расчёты на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции; - разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; - выполнять расчёты на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции; - разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; - выполнять расчёты на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции; - разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; - выполнять расчёты на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - применять методы и законы механики, используя основные алгоритмы высшей математики и возможности современных информационных технологий при проектировании и изготовлении машиностроительной продукции; - разрабатывать расчётные модели типовых элементов конструкций; - выполнять расчёты на прочность типовых элементов роботов и мехатронных модулей. Свободно оперирует приобретенными умениями,

		испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	умений на новые, нестандартные ситуации.	применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: - методами решения инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности; - методами решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: - методами решения инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности; - методами решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - методами решения инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности; - методами решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: - методами решения инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности; - методами решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: - методами решения инженерных задач и самостоятельного использования основных законов механики в профессиональной деятельности; - методами решения практических задач расчёта на прочность типовых элементов машин и конструкций. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: зачет

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамен

Шкала оценивания	Описание

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: курсовая работа.

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита курсовой работы	Отлично: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 9-10. Хорошо: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 7-8. Удовлетворительно: Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 5-6.	Критерии оценивания: – Соответствие техническому заданию: 3 балла – полное соответствие техническому заданию, выполнены все задания из методических указаний 2 балла – полное соответствие техническому заданию, выполнено в подавляющее большинство дополнительных заданий из методических указаний 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, выполнена только часть дополнительных заданий 0 баллов – не соответствие техническому заданию, не выполнены

	Количество набранных баллов за пояснительную записку и защиту работы – 0-4.	дополнительные задания или выполнена только малая их часть – Качество пояснительной записки: 3 балла – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет выполненную и соответствующе оформленную графическую и расчетную части. 2 балла – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет выполненную и соответствующе оформленную графическую и расчетную части, однако с не значительными неточностями. 1 балл – пояснительная записка выполнена по требованиям методических указаний кафедры, имеет ошибки в графической и расчетной части. 0 балл – пояснительная записка выполнена не по требованиям методических указаний кафедры и имеет критические ошибки в графической и расчетной части. Защита курсовой работы: 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными расчетов, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными расчетов, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы 1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальное количество баллов – 9.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Расчетно-графическая работа по теме раздела	Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат. Хорошо - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания.	Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса	Защита темы включает решение задач в аудитории и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из задач, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час.

	возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	

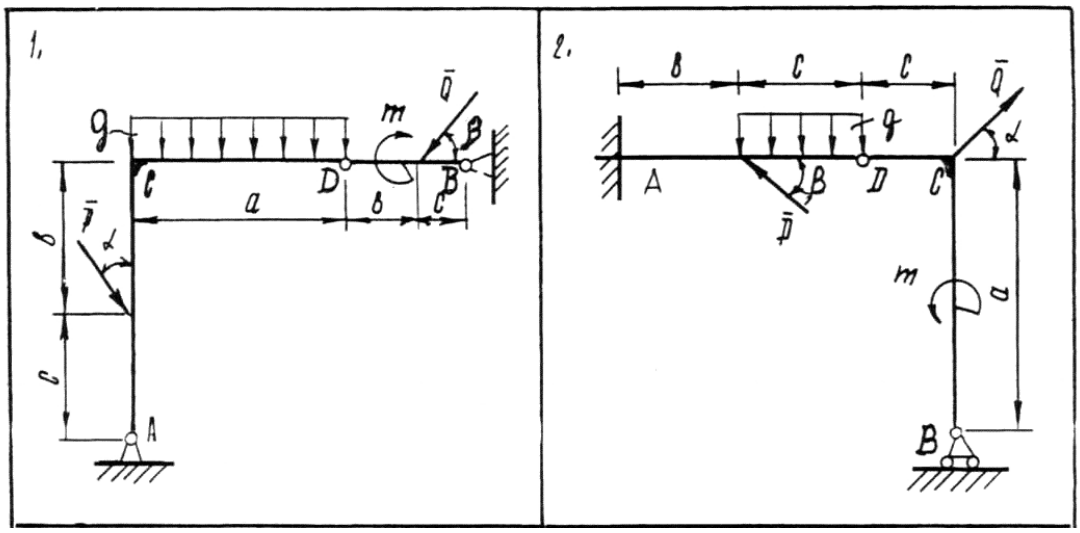
7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Типовое задание для расчетно-графической работы №1 по теме "Плоская система сил"

Конструкция (рис. 6-10) состоит из двух частей, соединенных шарниром D. На конструкцию действует равномерно распределенная нагрузка интенсивностью q = 0,5кн/м, пара сил с моментом m = 1,5кНм,

сосредоточенные силы P (P = 3кН) и Q (Q = 4кН). Найти реакции опор и давление в промежуточном шарнире заданной составной конструкции. При вычислениях считать a = 2м, b = 1,5м, c = 1м, a = 30°, β= 60°.



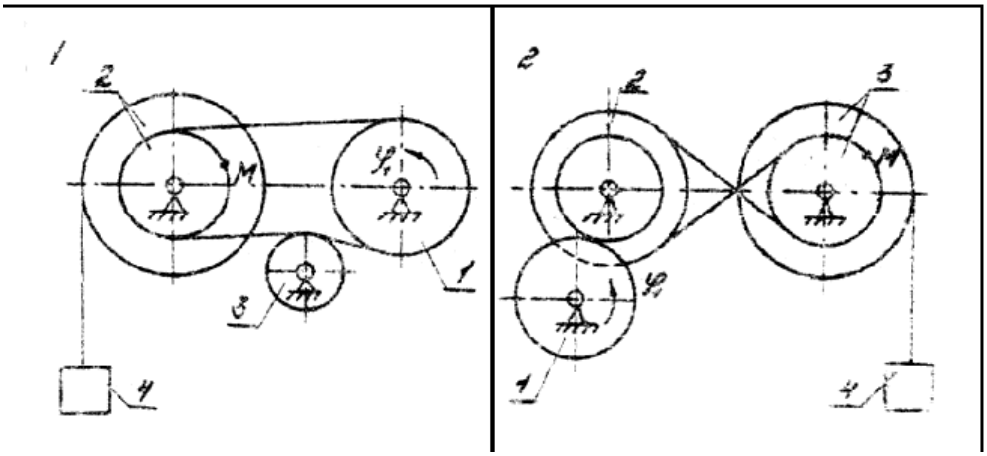
Типовое задание для расчетно-графической работы №2 по теме "Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях"

По заданному закону движения колеса 1 $\varphi_1 = 5t^2 - 12t$ (рад) определить для момента времени t_1 и показать на рисунке:

1. Алгебраические угловые скорости и ускорения колес 2 и 3;
2. Скорость и ускорение груза 4;
3. Скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки M колеса 2.

Проскальзывание зубчатых колес, находящихся в зацеплении, относительно друг друга, проскальзывание между шкивами, тросом и ремнем отсутствует. Трос считать нерастяжимым. Схемы механизмов приведены на рис., исходные данные – в таблице.

Вариант	Радиусы колес, м					Время
	R_1	R_2	r_2	R_3	r_3	t_1, с
1	0,2	0,3	0,15	0,05	-	0,5

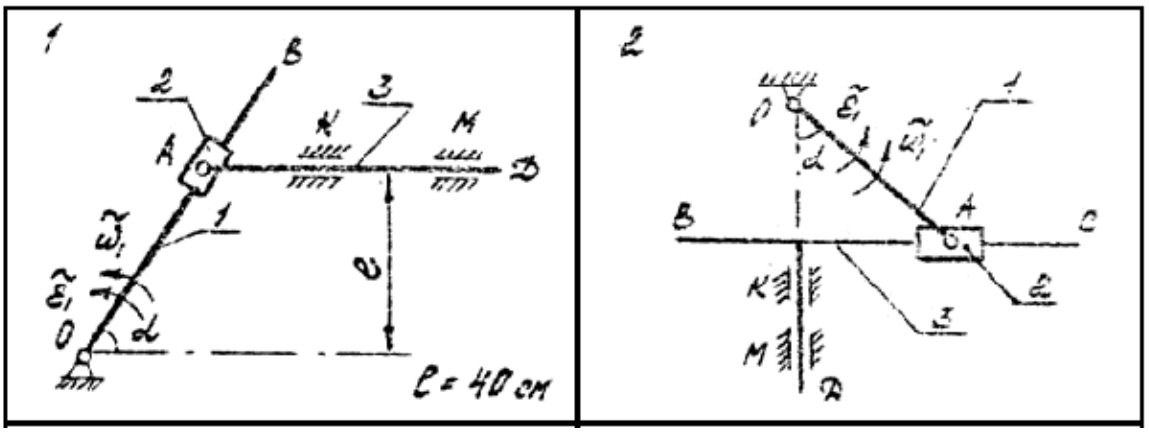


Типовое задание для расчетно-графической работы №3 по теме "Кинематический анализ плоского механизма"

В кулисном механизме по заданным характеристикам движения звена 1определить величины, указанные в таблице в столбцах «Найти».

Положения звеньев механизмов изображены на рисунках.

Вариант	Дано						Найти	
	OA, см	α, град	ω_1, c^{-1}	ε_1, c^{-2}	V_D, $см \cdot c^{-1}$	a_D, $см \cdot c^{-2}$		
1	—	60	3	2	—	—	$\overline{V}_D$	$\overline{a}_D$



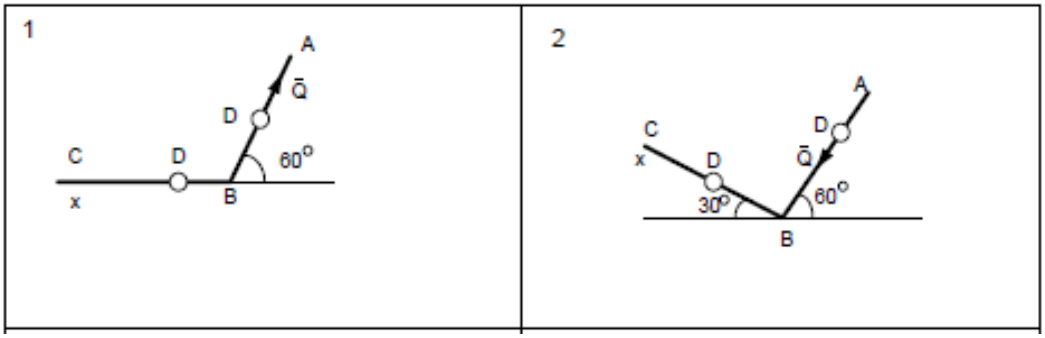
Типовое задание для расчетно-графической работы №4 по теме "Вторая задача динамики. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки"

Груз ***D*** массой m, получив в точке ***A*** начальную скорость v_0, движется в изогнутой трубе ***ABC***, расположенной в вертикальной плоскости. Участки трубы или оба наклонные, или один горизонтальный, а другой наклонный. На участке ***AB*** на груз кроме силы тяжести действует постоянная сила $\underline{Q}$ (ее направление показано на рисунках) и сила сопротивления среды $\underline{R}$, зависящая от скорости ***v*** груза (сила направлена против движения).

В точке ***B*** груз, не изменяя значения своей скорост, переходит на участок ***BC*** трубы, где на него кроме силы тяжести действует переменная сила $\underline{F}$, проекция которой на ось ***x*** задана в таблице Д.1. Ось ***x*** направлена по ***BC*** от точки ***B***.

Считая груз материальной точкой и зная расстояние ***AB=L*** или время t_1 движение груза от точки ***A*** до точки ***B***, найти закон движения грузаи на участке ***BC***, т.е. ***x=x(t)***. Трением груза о трубу пренебречь.

Номер варианта	m, кг	v_0, м/с	Q, Н	R, Н	L, м	t_1, с	F_x, Н
1	2	20	6	0.4v		2.5	-5cos(4t)



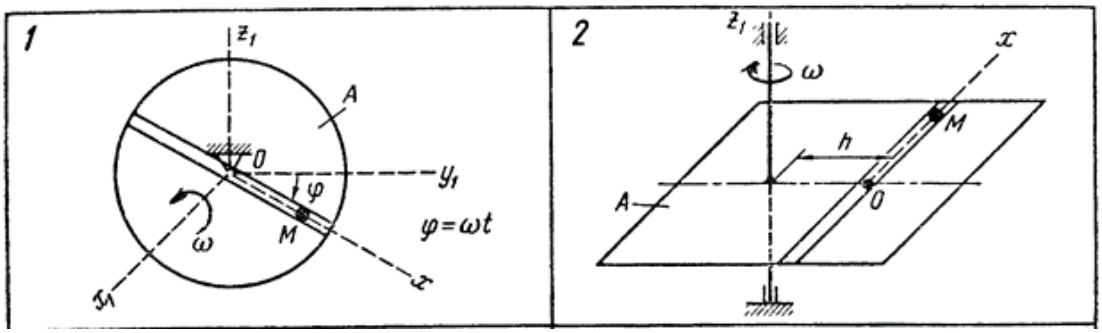
Типовое задание для расчетно-графической работы №5 по теме "Исследование относительного движения материальной точки"

Шарик ***M***, рассматриваемый как материальная точка, перемещается по цилиндрическому каналу движущегося тела ***A***. Найти уравнение относительного движения этого шарика ***x = f(t),*** приняв за начало отсчета точку ***O***.

Тело ***A*** равномерно вращается вокруг неподвижной оси (в вариантах 2, 3, 4, 7, 10, 11, 14, 20, 23, 26 и 30 ось вращения z_1 вертикальна, в вариантах 1, 12, 15 и 25 ось вращения x_1 горизонтальна). В вариантах 5, 6, 8, 9, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 27, 28 и 29 тело ***A*** движется поступательно, параллельно вертикальной плоскости $y_1O_1z_1$.

Найти также координату ***x*** и давление шарика на стенку канала при заданном значении $t = t_1$.

Номер варианта	α, град	*m*, кг	ω рад/с	Начальные данные		t_1, с	с, Н/см	l_0, м	Уравнение движения тела ***A***	***r/h***, м	***f***
				x_0, м	$\dot{x}_0$, м/с						
1	—	0,05	π	0	0,5	0,6	—	—	_	—	0



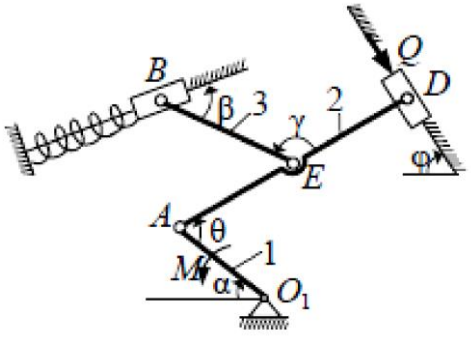
Типовое задание для расчетно-графической работы №6 по теме "Принцип возможных перемещений"

Механизм, расположенный в горизонтальной плоскости, находится под действием приложенных сил в равновесии; положение равновесия определяется углами α , β , γ , ϕ , θ (рис. Д6.1–Д6.10, табл. Д6). Длины стержней механизма (кривошипов) равны: l_1 = 0,4 м, l_4 = 0,6 м (размеры l_2 и l_3 произвольны); точка *E* находится в середине соответствующего стержня.

На ползун *B* механизма действует сила упругости пружины $\bar{F}$; численно $F = c\lambda$, где *c*– коэффициент жесткости пружины, λ – её деформация. Кроме того, на рис. 1 и 2 на ползун *D* действует сила $\bar{Q}$, а на кривошип O_1A — пара сил с моментом *M*; на рис. 3–10 на кривошипы O_1A и O_2D действуют пары сил с моментами M_1 и M_2.

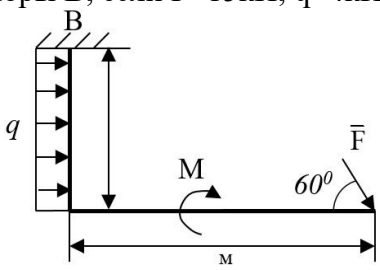
Определить, чему равна при равновесии деформация λ пружины, и указать, растянута пружина или сжата. Значения всех заданных величин приведены в таблице Д6, где *Q* выражено в ньютонах, а *M*, M_1, M_2 — в ньютонометрах.

Номер условия	Углы, град					c, Н/см	M	Q	M_1	M_2	Номер рисунка
	α	β	γ	φ	θ						
1	90	120	90	90	60	180	100	400			1

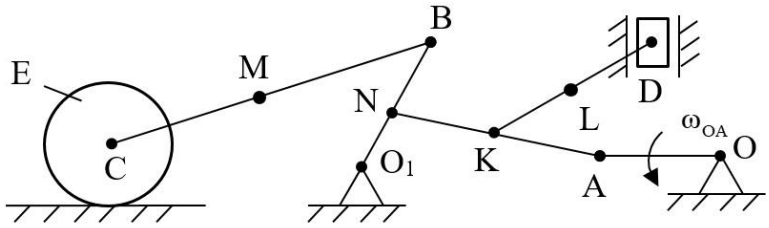


Типовое задание для контрольной работы №1 по разделам "Статика и Кинематика"

1. Определить реакцию опоры В, если F=15кН; q=4кН/м; М=8кНм

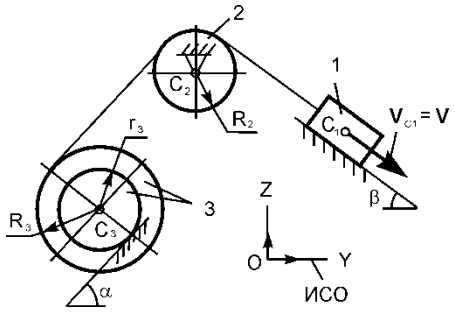


2. Для данного положения механизма показать векторы скоростей всех указанных точек и угловые скорости звеньев.

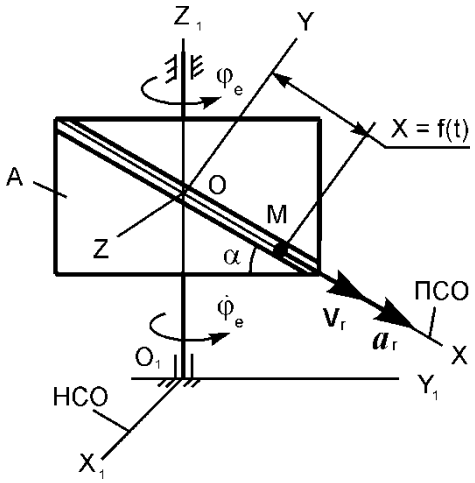


Типовое задание для контрольной работы №2 по разделу: "Динамика"

1. Движущаяся механическая система состоит из трёх тел. Центр масс тела 1 имеет скорость V. Известны радиусыR_2, r_3, R_3 тел 2, 3 и момент инерции J_{C3X3} тела 3 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости рисунка. Определить кинетическую энергию тела 3 в зависимости от скорости V и геометрических параметров этой системы. T_3 = ?



2. Тело А вращается относительно оси O_1Z_1 с постоянной угловой скоростью. По гладкому каналу, выполненному в теле А, перемещается точка М массой m согласно уравнению движения X = f(t). Записать основное уравнение динамики относительного движения точки М. $m \cdot a_r$ = ?



7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к зачету

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

СТАТИКА

1. Какое тело называют абсолютно твердым?
2. Какие системы сил называются уравновешенными?
3. Что такое равнодействующая заданной системы сил?
4. Перечислите аксиомы статики.
5. Какие тела называются связями для данного тела?
6. Что такое реакции связей?
7. Как направлены реакции: а) гладкой поверхности; б) шарнирно- подвижной опоры; в) шарнирно-неподвижной опоры; г) невесомого стержня; д) сферического шарнира и подпятника; е) жесткой заделки; ж) гибкой связи?
8. Как определяется проекция силы на ось?
9. Какие системы сил называются сходящимися?
10. Какие системы сил называются параллельными?
11. Какие системы сил называются произвольными?
12. Запишите условия равновесия системы сходящихся сил в геометрической и аналитической формах.
13. Что называется парой сил?
14. Как вычислить момент пары?
15. Как изобразить вектор момента этой пары?
16. Зависит ли действие пары сил на тело от ее места в плоскости?
17. В чем состоит условие эквивалентности двух пар?
18. Запишите условия равновесия системы параллельных сил: а) на плоскости, б) в пространстве.
19. Чему равен момент силы относительно точки?
20. Как изобразить вектор момента силы относительно точки?
21. Когда момент силы относительно точки равен нулю?
22. Как привести силу к точке, не лежащей на линии ее действия?
23. Как привести произвольную систему сил к данному центру?
24. Чему равен «главный вектор» произвольной системы сил?
25. Чему равен «главный момент» произвольной системы сил относительно данного центра?

26. Чем отличаются понятия «главный вектор» и «равнодействующая» заданной системы сил?

27. Как определить момент силы относительно оси? В каких случаях он равен нулю?

28. Как записать условия равновесия произвольной системы сил: а) на плоскости, б) в пространстве?

29. В каких случаях плоская система сил приводится: а) к паре сил; б) к равнодействующей?

30. Сформулируйте теорему Вариньона о моменте равнодействующей заданной системы сил.

31. Что такое центр параллельных сил? Как найти координаты центра параллельных сил?

32. Запишите формулы для определения координат центра тяжести тела, центра тяжести объема, площади, линии.

33. Как определить координаты центра тяжести тела сложной формы: а) способом симметрии; б) способом дополнения; в) способом вычитания?

34. Что называется трением скольжения для тела в состоянии покоя?

35. От чего зависит коэффициент трения скольжения?

36. Как направлена реакция шероховатой поверхности?

37. Что такое угол трения и как связан он с коэффициентом трения?

38. Что такое коэффициент трения качения?

39. Чему равно максимальное значение момента трения качения?

КИНЕМАТИКА

1. Что значит «задать движение точки»?

2. Что такое закон движения точки?

3. Какими способами можно задать движение точки?

4. Как выразить вектора скорости и ускорения точки через радиус-вектор этой точки? Как направлены эти вектора?

5. Как вычисляются скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения?

6. Что называется траекторией движения точки? Как определить ее из уравнений движения точки в координатной форме?

7. Могут ли быть различны законы движения точек, движущихся по одной траектории? Приведите примеры.

8. Какие оси называются естественными?

9. Что называется радиусом кривизны кривой в данной точке? Чему равен радиус кривизны: а) окружности? б) прямой?

10. Чему равны проекции вектора скорости и вектора ускорения точки на естественные оси?

11. Как определить касательную и нормальную составляющие ускорения точки по заданному закону движения точки по траектории?

12. В каких случаях касательное и нормальное ускорения точки равны нулю?

13. Какое движение тела называется поступательным? Может ли поступательное движение тела быть криволинейным, прямолинейным? Приведите примеры.

14. Как записать закон поступательного движения твердого тела?

15. Сформулируйте теорему о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела при его поступательном движении.

16. Запишите закон вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.

17. Как определить угловую скорость, угловое ускорение тела при его вращении вокруг неподвижной оси?

18. Какое вращение тела называется равномерным, равнопеременным?

19. Как записать закон: а) равномерного и б) равнопеременного вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси?

20. Как связать кинематические характеристики точки (s, v, a)
вращающегося тела с угловыми характеристиками этого тела (φ, ω,)?

21. Какое движение точки называется сложным?

22. Что такое относительное, переносное, абсолютное движение точки?

23. Что называется абсолютной, относительной, переносной скоростью (ускорением) точки?

24. Запишите теорему о сложении скоростей точки.

25. Запишите теорему о сложении ускорений точки: а) при переносном поступательном движении? б) при переносном непоступательном движении?

26. Запишите формулу для вектора ускорения Кориолиса.

27. Как вычислить модуль ускорения Кориолиса?

28. Как направлен вектор ускорения Кориолиса?

29. Какое движение тела называется плоскопараллельным?

30. На какие простейшие движения можно разложить плоскопараллельное движение твердого тела?

31. Как записывается закон плоскопараллельного движения твердого тела?

32. Запишите теорему о скорости точки плоской фигуры.

33. Сформулируйте теорему о проекциях скоростей точек плоской фигуры на прямую, проходящую через эти точки.

34. Какая точка называется мгновенным центром скоростей?

35. Как найти положение мгновенного центра скоростей плоской фигуры?

36. Как определяются векторы скоростей точек плоской фигуры, их модули и направления с помощью мгновенного центра скоростей?

37. Запишите теорему об ускорении точки плоской фигуры.

ДИНАМИКА

1. Назовите основные законы динамики материальной точки.

2. Запишите основное уравнение динамики материальной точки?

3. Запишите дифференциальные уравнения движения материальной точки в векторной и координатной формах.

4. Запишите уравнения движения материальной точки в проекциях на естественные оси.

5. Какие основные задачи динамики материальной точки можно решать с помощью дифференциальных уравнений движения точки?

6. Что называют механической системой?

7. Какие силы называются «внешними» и «внутренними»?

8. Как определяется положение центра масс механической системы?

9. В чем заключается теорема о движении центра масс механической системы?

10. Запишите дифференциальные уравнения движения центра масс механической системы.

11. Чему равно количество движения: а) материальной точки? б) механической системы? в) твердого тела?

12. Что такое элементарный импульс силы и импульс силы за конечный промежуток времени?

13. В чем состоит теорема об изменении количества движения: а) материальной точки? б) механической системы?

14. Когда справедлив закон сохранения количества движения механической системы?

15. Что является мерой инертности тела при поступательном движении и при вращении вокруг, неподвижной оси?

16. Дайте определение момента инерции тела относительно оси.

17. Сформулируйте теорему о моментах инерции тела относительно двух параллельных осей.

18. Чему равен момент количества движения материальной точки относительно центра или оси?

19. Чему равен кинетический момент механической системы относительно неподвижного центра и неподвижной оси?

20. В чем состоит теорема об изменении момента количества движения материальной точки относительно неподвижного центра и оси?

21. В каких случаях момент количества движения материальной точки относительно центра или оси постоянен?

22. В чем состоит теорема об изменении кинетического момента механической системы относительно неподвижного центра и неподвижной оси?

23. При каком условии кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси будет постоянным?

24. Как найти кинетический момент твердого тела относительно оси его вращения?

25. Запишите дифференциальное уравнение вращения тела вокруг неподвижной оси.

26. Чему равна кинетическая энергия: а) материальной точки? б) механической системы?

27. Запишите формулы для кинетической энергии тела: а) при поступательном движении, б) при вращении вокруг неподвижной оси; в) при плоскопараллельном движении.

28. Как найти работу постоянной силы на конечном перемещении точки ее приложения?

29. Как найти работу переменной силы на криволинейном перемещении точки ее приложения?

30. Чему равна работа: а) силы тяжести? б) силы упругости?

31. Напишите аналитическую формулу для элементарной работы силы.

32. Как найти работу силы, приложенной к телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси?

33. Чему равна мощность силы?

34. В чем состоит теорема об изменении кинетической энергии: а)для материальной точки? б) для механической системы?

35. Чему равна сила инерции материальной точки?

36. Чему равен главный вектор сил инерции твердого тела?

37. Чему равен главный момент сил инерции твердого тела относительно оси вращения?

38. В чем состоит принцип Даламбера для материальной точки и для механической системы?

39. Назовите отличия возможных перемещений от действительных.

40. Дайте определение обобщенных координат механической системы.

41. Как определить число степеней свободы механической системы?

42. Дайте определение возможной работы.

43. Как определить обобщенную силу? Какова ее размерность?

44. Дайте определение и приведите примеры идеальных связей.

45. Сформулируйте принцип возможных перемещений.

46. Покажите, как на основе принципа возможных перемещений найти условия равновесия твердого тела.

47. Напишите общее уравнение динамики.

48. Какие уравнения называют уравнениями Лагранжа второго рода?

49. В каких переменных должна быть выражена кинетическая энергия механической системы при составлении уравнений Лагранжа второго рода?

Вопросы к экзамену

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

1. Геометрические характеристики плоских сечений: статические моменты, определение положения центра тяжести площади; центробежный моменты инерции.
2. Геометрические характеристики плоских сечений: осевые и полярный момент инерции, осевые моменты сопротивления, момент сопротивления при кручении.
3. Изменение осевых и центробежного моментов инерции при параллельном переносе осей и повороте осей; главные оси инерции и главные моменты инерции).
4. Понятие о прочности, жёсткости и устойчивости.
5. Метод сечений (определение внутренних силовых факторов –продольных и поперечных сил, крутящих и изгибающих моментов). Построение эпюр внутренних сил.
6. Механические характеристики материалов. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали. Пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности.
7. Пластические характеристики материалов (относительное удлинение при разрыве, относительное сужение при разрыве), условная и истинная диаграммы напряжений.
8. Деформация растяжения – сжатия. Закон Гука в абсолютных и относительных величинах.
9. Коэффициент поперечной деформации (Пуассона).
10. Потенциальная энергия деформации.
11. Обобщённый закон Гука. Условие прочности при растяжении (сжатии). Коэффициент запаса прочности.
12. Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
13. Вычисление нормальных и касательных напряжений. Условия прочности. Побор поперечных сечений.
14. Определение прогибов и углов поворота методом начальных параметров. Проверка на прочность по теории наибольших касательных напряжений.
15. Кручение. Построение эпюр крутящих моментов и углов поворота. Вычисление напряжений при кручении валов круглого поперечного сечения.
16. Условие прочности и подбор размеров поперечных сечений сплошного и полого поперечных сечений. Расчёт на жёсткость.
17. Сдвиг. Вычисление напряжения. Расчёт заклёпочных соединений, болтов, врубок и сварных швов.
18. Классические теории прочности (теория наибольших относительных деформаций, максимальных касательных напряжений и энергетическая теория) Условия прочности.
19. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера и пределы её применимости. Зависимость критической силы от способа закрепления стержней.
20. Полный график критических напряжений. Расчёт на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений.
21. Внецентренное растяжение (сжатие): Вычисление напряжений.
22. Расчёт на прочность при внецентренном растяжении-сжатии. Условия прочности. Понятие о ядре сечения. Построение ядра сечения для прямоугольного и круглого сечений
23. Косой изгиб: Вывод формулы вычисления напряжений. Условия прочности. Определение перемещений при косом изгибе
24. Совместное действие изгиба и кручения. Определение изгибающих и крутящих моментов. Расчёт на прочность при совместном действии изгиба и кручения
25. Устойчивость сжатых стержней: Вывод формулы Эйлера для вычисления критической силы продольно сжатого стержня. Пределы применимости формулы Эйлера.
26. Зависимость критической силы от способа закрепления стержней. Определение критических напряжений при расчёте на устойчивость. . Полный график критических напряжений.

27. Расчёт на устойчивость по коэффициенту понижения основных допускаемых напряжений. Рациональные формы поперечных сечений при расчётах на устойчивость. Выбор типа сечения и материала при расчётах на устойчивость

Курсовая работа

Типовое задание на курсовую работу «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций»

Целью курсовой работы «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций» является приобретение практических навыков расчета стержневых элементов конструкций в условиях простого и сложного сопротивления.

Курсовая работа включает следующие задания:

1) Задание 1 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии.

2) Задание 2 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении.

3) Задание 3 – Проектировочный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении.

4) Задание 4 – Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе.

5) Задание 5 – Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня.

Задание 1. Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии. Стальной ступенчатый стержень (модуль нормальной упругости E=2·105 МПа; допускаемое нормальное напряжение σadm=160 МПа) нагружен сосредоточенными силами F1, F2, F3. Стержень состоит из трех участков, два из которых имеют одинаковый тип и размер поперечного сечения. Принять допускаемую абсолютную линейную деформацию для стержня ladm=1 мм.

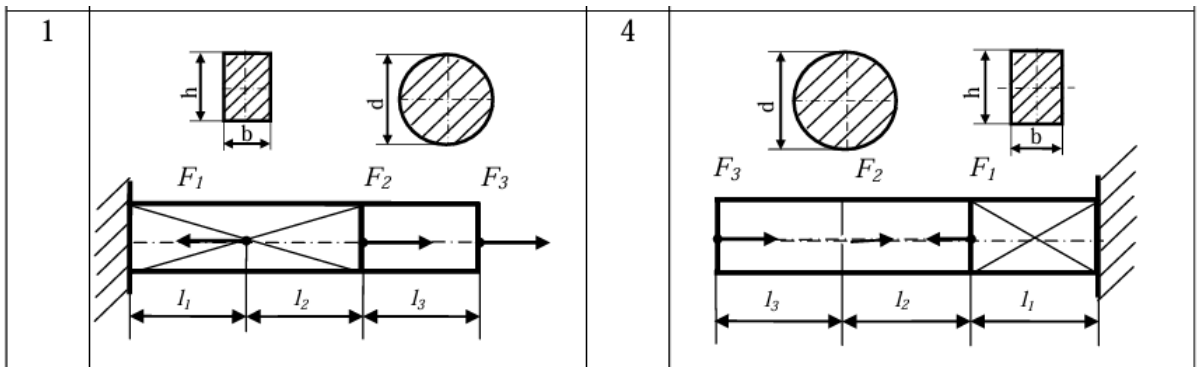
Требуется:

1 Определить продольную силу Nz, кН, на каждом участке нагружения стержня и построить эпюру.

2 Определить из условия прочности размеры поперечных сечений стержня по участкам: прямоугольное поперечное сечение (при соотношении сторон h\b=2); круглое сплошное поперечное сечение.

3 Определить наибольшее нормальное напряжение σmax, МПа, на каждом участке нагружения стержня и выполнить проверку условия прочности. Построить эпюру распределения наибольших нормальных напряжений σmax, МПа, по длине стержня и эпюры распределения нормальных напряжений σ, МПа, по поперечным сечениям стержня.

4 Определить абсолютную линейную деформацию стержня Δl, мм, и выполнить проверку условия жесткости стержня. Построить эпюру линейных перемещений поперечных сечений Δl, мм.



Задание 2. Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении. Стальной ступенчатый стержень (модуль сдвига G=8·104 МПа; допускаемое касательное напряжение τadm=56 МПа) нагружен сосредоточенными моментами М1, М2, М3. Стержень состоит из трех участков, два из которых имеют одинаковый тип и размер поперечного сечения. Принять допускаемую абсолютную угловую деформацию υadm=1 град.

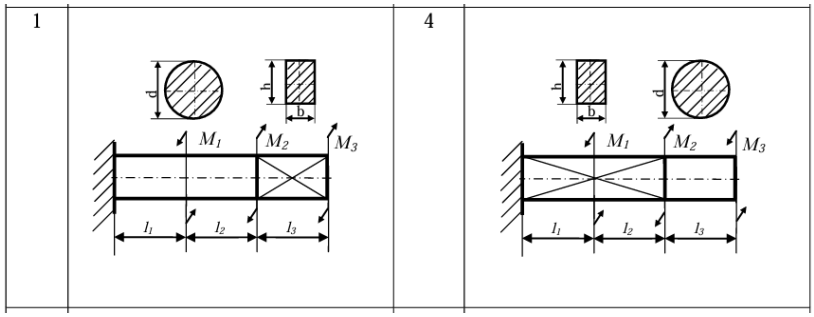
Требуется:

1 Определить крутящий момент Mz, Н·м, на каждом участке нагружения стержня и построить эпюру.

2 Определить из условия прочности размеры поперечных сечений стержня: прямоугольное поперечное сечение (h\b=2); круглое сплошное поперечное сечение или круглое.

3 Определить наибольшее касательное напряжение τmax, МПа, на каждом участке нагружения стержня и выполнить проверку условия прочности. Построить эпюру распределения наибольших касательных напряжений τmax, МПа, по длине стержня и эпюры распределения касательных напряжений τ, МПа, по поперечным сечениям.

4 Определить абсолютную угловую деформацию стержня Δυ, рад, и выполнить проверку условия жесткости стержня. Построить эпюру углов закручивания поперечных сечений стержня Δυ, рад.



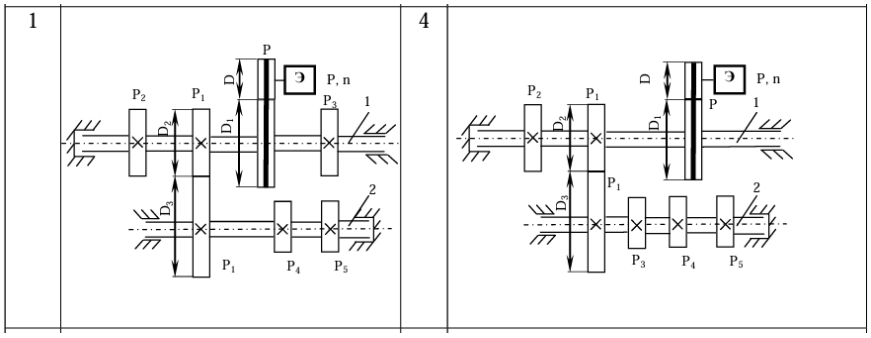
Задание 3. Проектировочный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении. От электродвигателя на вал I посредством ременной передачи (шкив диаметром D и шкив диаметром D1) передается мощность P при частоте вращения n вала электродвигателя. С вала I посредством фрикционной передачи поступает на вал II мощность P1 (шкив диаметром D2 и шкив диаметром D3). С валов I и II поступают к рабочим машинам мощности P2, P3, P4 и P5. Сечения валов считать по всей длине постоянными. Принять допускаемое касательное напряжение τadm=80 МПа, модуль сдвига G=8·104 МПа.

Требуется:

1 Определить основные характеристики передач.

2 Определить крутящий момент Mz, Н·м, на каждом участке нагружения вала и построить эпюры.

3 Определить диаметры валов dI, мм, и dII, мм, из условия прочности и жесткости.



Задание 4. Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе. Стальная балка на двух опорах (модуль нормальной упругости E=2·105 МПа; допускаемое нормальное напряжение σadm=160 МПа) нагружена равномерной распределенной нагрузкой интенсивностью q, сосредоточенной силой F или сосредоточенным моментом M. Принять допускаемое линейное перемещение yadm=3 мм; допускаемую относительную угловую деформацию θadm=0,5°.

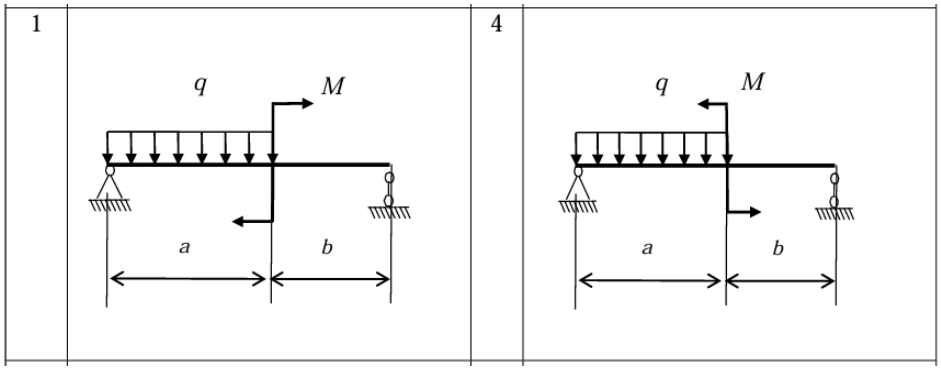
Требуется:

1 Построить эпюры распределения поперечной силы Qy, кН, и изгибающего момента Mx, кН·м, по длине балки.

2 Из условия прочности по нормальным напряжениям определить размер поперечного сечения: круглое сплошное и двутавр (швеллер).

3 Определить наибольшее нормальное напряжение σmax, МПа, и выполнить проверку условия прочности. Построить эпюры распределения нормальных напряжений σ, МПа, по поперечным сечениям балки. 24 25

4 Определить линейные (прогиб) Δy, мм, и угловые перемещения ΔΘ, град, граничных сечений по методу начальных параметров для балки круглого поперечного сечения. Построить эпюры линейных Δy, мм, и угловых ΔΘ, град, перемещений сечений балки. Выполнить проверку условия жесткости



Задание 5. Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня. Металлическая стойка (модуль нормальной упругости E=2·105 МПа; допускаемое напряжение на сжатие σc.adm=160 МПа; предел пропорциональности σпц=200 МПа; коэффициенты a=310 МПа, b=1,14 МПа) заданного поперечного сечения сжата силой F.

Требуется:

1 Определить геометрические характеристики сечения (площадь поперечного сечения A, см2, минимальный осевой момент инерции сечения Jmin, см4, минимальный радиус инерции сечения imin, см).

2 Определить геометрическую гибкость стержня λ.

3 Определить предельную гибкость стержня λпред.

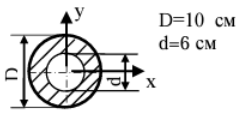
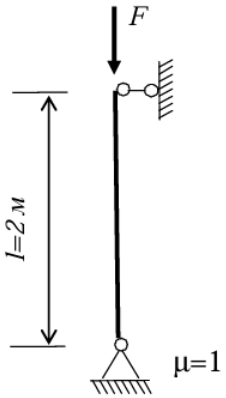
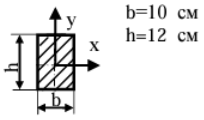
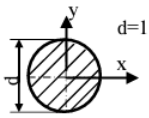
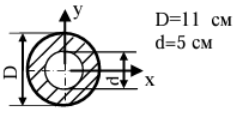
4 Определить критическую силу Fкр, кН.

5 Определить допускаемую нагрузку на устойчивость Fy.adm, кН.

6 Определить нормативный коэффициент запаса устойчивости ny.adm.

7 Определить коэффициент запаса устойчивости ny.

8 Выполнить проверку условия устойчивости.

1			90
2			95
3			80
4			85

Вопросы для защиты курсовой работы

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Основные понятия и определения

1. Как называется способность элемента конструкции воспринимать воздействие внешних нагрузок без разрушения?

2. Как называется способность элемента конструкции воспринимать воздействие внешних нагрузок без существенного изменения размеров и формы?

3. Как называется способность элемента конструкции воспринимать воздействие внешних нагрузок без качественного изменения формы равновесия?

4. Какой моделью описывается элемент конструкции, один из размеров (измерений) которого много больше двух других?

5. Какой моделью описывается элемент конструкции, один из размеров (измерений) которого много меньше двух других?

6. Какой моделью описывается элемент конструкции, все три размера (измерения) которого имеют один порядок?

7. Как называется материал, если он присутствует в каждой точке элемента конструкции?

8. Как называется материал, свойства которого одинаковы во всех точках элемента конструкции?

9. Как называется материал, свойства которого одинаковы вдоль любого направления?

10. Как называется способность элемента конструкции восстанавливать свои первоначальные размеры и форму после снятия нагрузки?

11. Как называется свойство материала получать без разрушения значительные деформации, не исчезающие после снятия нагрузки?

12. Что такое «прочность»?

13. Что такое «жёсткость»?

14. Что такое «устойчивость»?

15. Что такое «упругость»?

16. Что такое «пластичность»?

17. Что такое «стержень»?

18. Что такое «оболочка»?

19. Что такое «массив»?

20. Что такое «сплошной» материал?

21. Что такое «однородный» материал?

22. Что такое «изотропный» материал?

Внутренние силы. Метод сечений

23. В чём заключается метод сечений?

24. Сколько внутренних силовых факторов может возникать в поперечном сечении стержня при произвольном нагружении?

25. Как называется внутренний силовой фактор в поперечном сечении стержня, представляющий собой силу, действующую вдоль его оси?

26. Как называется внутренний силовой фактор в поперечном сечении стержня, представляющий собой силу, действующую в плоскости сечения?

27. Как называется внутренний силовой фактор в поперечном сечении стержня, представляющий собой момент, действующий вокруг оси стержня?

28. Как называется внутренний силовой фактор в поперечном сечении стержня, представляющий собой момент, действующий вокруг одной из главных осей сечения стержня?

29. Чем определяется вид нагружения стержня?

30. Каковы простые виды нагружения стержня?

31. Как называется вид нагружения стержня, при котором в его поперечном сечении возникает только нормальная сила?

32. Как называется вид нагружения стержня, при котором в его поперечном сечении возникает только крутящий момент?

33. Как называется вид нагружения стержня, при котором в его поперечном сечении возникает только изгибающий момент?

34. Как называется вид нагружения стержня, при котором в его поперечном сечении возникают поперечная сила и изгибающий момент?

35. Как называется вид нагружения стержня, представляющий собой любую комбинацию простых видов нагружения?

36. Какой вид нагружения стержня называется «растяжение-сжатие»?

37. Какой вид нагружения стержня называется «кручение»?

38. Какой вид нагружения стержня называется «чистый изгиб»?

39. Какой вид нагружения стержня называется «поперечный изгиб»?

40. Какой вид нагружения стержня называется «сложное сопротивление»?

41. Какова дифференциальная зависимость нормальной силы от распределенной внешней нагрузки?

42. Какова дифференциальная зависимость крутящего момента от распределенной внешней нагрузки?

43. Какова дифференциальная зависимость поперечной силы от распределенной внешней нагрузки?

44. Какова дифференциальная зависимость изгибающего момента от поперечной силы?

45. Какова дифференциальная зависимость изгибающего момента от распределенной внешней нагрузки?

46. Каково правило знаков для нормальной силы?

47. Каково правило знаков для крутящего момента?

48. Каково правило знаков для поперечной силы?

49. Каково правило знаков для крутящего момента?

Напряжения и деформации

50. Какой величиной описывается напряженное состояние в рассматриваемой точке твердого деформируемого тела?

51. Как называется, обозначается и в каких единицах измеряется напряжение, действующее в некоторой точке поперечного сечения стержня параллельно продольной оси?

52. Как называется, обозначается и в каких единицах измеряется напряжение, действующее в некоторой точке поперечного сечения стержня в плоскости сечения?

53. Что такое «полное напряжение»?

54. Что такое «нормальное напряжение»?

55. Что такое «касательное напряжение»?

56. Что такое «линейная деформация» в точке тела?

57. Что такое «угловая деформация» в точке тела?

58. Какова связь между нормальной силой и нормальными напряжениями в сечении стержня?

59. Какова связь между изгибающим моментом и нормальными напряжениями в сечении стержня?

60. Как формулируется закон парности касательных напряжений?

Механические свойства материалов

61. Как называется наибольшее напряжение, до которого материал деформируется в соответствии с законом Гука?

62. Как называется напряжение, при котором происходит рост деформации без заметного увеличения нагрузки?

63. Как называется отношение наибольшей силы, которую может выдержать образец, к первоначальной площади поперечного сечения?

64. Что такое модуль Юнга?

65. Какая величина является характеристикой прочности пластичного материала?

66. Какая величина является характеристикой прочности хрупкого материала?

67. Как соотносятся пределы текучести при растяжение и при сжатие пластичного материала?

68. Как соотносятся пределы прочности при растяжение и при сжатие хрупкого материала?

69. Что такое «предел пропорциональности»?

70. Что такое «предел текучести»?

71. Что такое «предел прочности»?

72. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой?

73. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца из пластичного материала?

74. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца из малопластичного материала?

75. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца из хрупкого материала?

76. На какие участки делится диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали?

77. На какие участки делится диаграмма растяжения образца из малопластичного материала?

78. Какой участок диаграммы растяжения образца из малоуглеродистой стали называется «линейно-упругий»?

79. Какой участок диаграммы растяжения образца из малоуглеродистой стали называется «нелинейно-упругий»?

80. Какой участок диаграммы растяжения образца из малоуглеродистой стали называется «площадка текучести»?

81. Какой участок диаграммы растяжения образца из малоуглеродистой стали называется «участок упрочнения»?

82. Какой участок диаграммы растяжения образца из малоуглеродистой стали называется «участок разрушения»?

Расчёты на прочность при простых видах нагружения стержня

83. Как распределены нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при растяжении-сжатии?

84. Как распределены касательные напряжения в поперечном сечении стержня при растяжении-сжатии?

85. Как распределены нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при кручении?

86. Как распределены касательные напряжения в круглом поперечном сечении стержня при кручении?

87. Как распределены нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при изгибе?

88. Как распределены касательные напряжения в поперечном сечении стержня при чистом изгибе?

89. Как вычисляются действующие напряжения в поперечном сечении стержня при растяжении-сжатии?

90. Как вычисляются наибольшие действующие напряжения в поперечном сечении стержня при кручении?

91. В каких точках круглого поперечного сечения стержня возникают наибольшие касательные напряжения в при кручении?

92. Как вычисляются наибольшие действующие напряжения в поперечном сечении стержня при изгибе?

93. В каких точках поперечного сечения стержня возникают наибольшие нормальные напряжения в при изгибе?

94. Какова геометрическая характеристика прочности поперечного сечения стержня при растяжении-сжатии?

95. Какова геометрическая характеристика прочности поперечного сечения стержня при кручении?

96. Какова геометрическая характеристика прочности поперечного сечения стержня при изгибе?

97. Как записывается условие прочности при растяжении-сжатии? 98. Как записывается условие прочности при кручении?

99. Как записывается условие прочности при изгибе?

100. Как вычисляются допускаемые напряжения для случая растяжения-сжатия элемента конструкции из пластичного материала?

101. Как вычисляются допускаемые напряжения для случая кручения элемента конструкции из пластичного материала?

102. Как вычисляются допускаемые напряжения для случая изгиба элемента конструкции из пластичного материала?