

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Пр. ректора

В.И. Ряжских

«18» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Теоретическая механика»**

Направление подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Профиль Конструкторско-технологическое обеспечение кузнечно-штамповочного производства

Квалификация выпускника Бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / -

Форма обучения Очная / -

Год начала подготовки 2017 г.

Автор программы _____ / Семенихин О. А. /

Заведующий кафедрой
прикладной математики и механики _____ Ряжских В. И. /

Руководитель ОПОП _____ / Сафонов С. В. /

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- овладение основами научного мышления;
- овладение понятиями механического движения вещественных форм материи;
- овладение методами, понятиями, моделями и законами теоретической механики применительно к задачам проектирования элементов оборудования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- усвоить фундаментальные понятия, законы и теории теоретической механики;
- овладеть методами исследования; приемами и методами решения теоретической механики;
- освоить методы решения конкретных задач из различных областей статики, кинематики и динамики;
- приобрести навыки умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- приобрести навыки проектирования элементов оборудования;
- приобрести навыки рационального выбора расчетных моделей механических систем в конкретной предметной области.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теоретическая механика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления машиностроительных изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать: основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов; теорию и методы решения

	задач динамики на базе основных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области при изготовлении машиностроительной продукции
	Уметь: строить математические модели механических явлений и процессов; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов машиностроительной продукции.
	Владеть: методами теоретического исследования механических явлений и процессов; методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств, в том числе с применением ПК.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая механика» составляет 5 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	72	18	54
В том числе:			
Лекции	36	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	-	36
Самостоятельная работа	108	36	72
Виды промежуточной аттестации – зачет, зачет с оценкой	+	Зачет	Зачет с оценкой
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180	54	126
	5	1,5	3,5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции	Прак зан.	СРС	Всего, час
1 Семестр						
1	Статика	Предмет и основные исторические этапы развития теоретической механики (ТМ), ТМ как фундаментальная теоретическая база областей современной техники, значение ТМ для специалистов данного профиля. Абстрактные модели реальных тел, используемые в ТМ. Исходные положения статики как раздела, где изучаются силы, их эквивалентные преобразования и условия равновесия твердых тел. Аксиомы статики. Основные виды плоских заделок (связей) и направление из реакций. Системы сходящихся сил. Равнодействующая сходящихся сил, условия равновесия системы сходящихся сил. Геометрические и аналитические способы сложения сил. Моменты силы как характеристики вращательного действия силы. Алгебраический, векторный моменты силы относительно центра, момент силы относительно оси. Определение пары, векторный момент пары. Теоремы о парах. Вращающий момент как первичное силовое воздействие, дополнительные аксиомы статики. Приведение произвольной системы сил к заданному центру. Лемма о параллельном переносе силы. Главный вектор и главный момент системы сил. Эквивалентность системы сил главному вектору и главному моменту. Приведение системы сил к простейшему виду.. Векторные и скалярные условия равновесия произвольной системы сил, приложенных к твердому телу. Частные случаи систем сил и условий равновесия геометрической статики. Статически определимые и неопределимые задачи. Произвольно плоская система сил. Три формы аналитических условий равновесия. Равновесие системы сочлененных конструкций. Аналитические условия равновесия. Некоторые виды пространственных связей и направление их реакций. Методы расчета плоских и пространственных задач статики. Центр параллельных сил и центр тяжести фигур.	8	-	18	26

2	Кинематика	Способы задания движения точки в пространстве.. Определение основных кинематических характеристик (траектории, скорости, ускорения) при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Классификация движения точки по ускорениям. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Системы отсчета. Задачи кинематики твердого тела, понятие о степенях свободы. Теорема о проекциях скоростей. Простейшие виды движения твердого тела: поступательное и вращательное движение вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Векторная формула Эйлера. Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Закон и кинематические характеристики плоского движения. Векторные формулы для определения скоростей и ускорений точек плоского тела. Первая интерпретация плоского движения как суперпозиции поступательного и вращательного движений. Мгновенный центр скоростей плоской фигуры (МЦС) и его свойства. Способы нахождения МЦС .Вторая интерпретация плоского движения как мгновенного вращения вокруг МЦС..Графическое определение скоростей точек плоской фигуры. Относительное и переносное движения. Дифференцирование вектора, определенного в подвижной системе координат. Теорема сложения скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Механический смысл кориолисова ускорения и способы его вычисления. Кинематика кулисных механизмов. Сферическое движение вокруг неподвижной точки. Углы Эйлера. Уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Разложение произвольного пространственного движения на поступательное движение вместе с полюсом и движение вокруг полюса. Определение скоростей и ускорений точек свободного твердого тела.	10	-	18	28
		<i>Итого, 1 семестр</i>	18	-	36	54
		2 Семестр				
3	Динамика материальной точки и механической системы	Классические законы Галилея-Ньютона (аксиомы динамики). Инерциальные системы отсчета. Философско-физический смысл ньютоновской механики. Дифференциальные уравнения движения точки. Начальные условия и их механический смысл. Колебательное	10	18	36	64

		движение точки. Уравнения свободных, затухающих и вынужденных колебаний. Относительное движение точки. Переносная и кориолисова сила инерции. Принцип относительности классической механики. Движение точки в системе координат, равномерно вращающейся вокруг неподвижной оси. Внутренние силы и их основное свойство. Геометрия масс. Центр масс и моменты инерции как характеристики распределения масс механической системы. Суммарные меры движения механических систем: количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия Теоремы динамики. Теорема об изменении количества движения. Вывод теоремы в дифференциальной и интегральной формах. Теорема о движении центра масс, закон сохранения количества движения. Кинетический момент точки и системы относительно центра и относительно оси. Вычисление кинетического момента вращающегося тела. Вывод теоремы. Закон сохранения кинетического момента. Кинетическая энергия механической системы и твердого тела в частных случаях его движения. Теорема Кенига. Элементарная и полная работа силы. Мощность сил. Работа силы, приложенной к вращающемуся телу. Работа вращающего момента. Потенциальное силовое поле и потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Дифференциальные уравнения движения твердых тел при поступательном движении, при вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении.				
4	Принципы механики. Элементы аналитической механики.	Принцип Даламбера для механической системы. Приведение сил инерции точек твердого тела к центру; главный вектор и главный момент сил инерции. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Принцип виртуальных перемещений Лагранжа (ПВП). Аналитическое выражение и классификация связей. Голономные системы. Понятие о варьировании координат точки. Виртуальные (возможные) системы. Число независимых виртуальных перемещений для голономных систем. Виртуальная работа. Идеальные и неидеальные связи. Формулировка ПВП. Обобщенные координаты, скорости и обобщенные силы. Общее уравнение статики.	8	18	36	62

		Принцип Даламбера- Лагранжа (ПДЛ). ПДЛ как объединение двух принципов: принципа Даламбера и принципа виртуальных перемещений. Обобщенные активные силы и обобщенные силы инерции. Общее уравнение динамики. Формализм Лагранжа. Тождества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа и их структура. Алгоритм получения дифференциальных уравнений движения системы с помощью уравнений Лагранжа. Уравнения Лагранжа для консервативной механической системы и основы теории колебаний. Функция Лагранжа (случай потенциальных сил). Колебания системы с одной степенью свободы около устойчивого положения равновесия. Приведенные коэффициенты жесткости и инертности системы.				
		<i>Итого, 1 семестр</i>	18	-	36	54
		<i>Итого, 2 семестр</i>	18	36	72	126
		Всего	36	36	108	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

5.2 Перечень практических работ

1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки, находящейся под действием постоянных сил и сил, зависящих от времени.
2. Колебательное движение точки. Собственные прямолинейные колебания материальной точки. Вычисление круговой частоты, периода и амплитуды колебаний.
3. Затухающие колебания, апериодическое решение. Вынужденные колебания, явление резонанса.
4. Исследование движения механизмов с одной степенью свободы с помощью теоремы об изменении кинетической энергии.
5. Применение основных теорем динамики к исследованию движения механических систем (теоремы об изменении количества движения и кинетического момента).
6. Дифференциальные уравнения движения твердого тела.
7. Принцип Даламбера. Определение сил инерции различных звеньев механизма. Вычисление динамических реакций связей.
8. Определение динамических реакций подшипников при вращении вала вокруг неподвижной оси.
9. Принцип виртуальных перемещений. Изучение равновесия механизма с помощью ПВП. Определение реакций опор с использованием ПВП.
10. Принцип Даламбера – Лагранжа и применение общего уравнения динамики к исследованию движения механических систем.

11. Уравнения Лагранжа как универсальный алгоритм получения дифференциальных уравнений движения механических систем с произвольным числом степеней свободы.

12. Исследование нелинейных систем с использованием уравнений Лагранжа.

13. Уравнения Лагранжа для консервативных систем. Свободные колебания механизмов с одной степенью свободы. Вычисление приведенных коэффициентов жесткости и упругости.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

6.1. Курсовые проекты (работы)

Не предусмотрено учебным планом.

6.2 Контрольные работы для обучающихся заочной формы обучения

Заочное обучение не предусмотрено.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать: основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статических задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов; теорию и методы решения задач динамики на базе основных законов и	Активная работа и ответы на теоретические вопросы на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области при изготовлении машиностроительной продукции			
	Уметь: строить математические модели механических явлений и процессов; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов машиностроительной продукции.	Активная работа и ответы на теоретические вопросы на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: методами теоретического исследования механических явлений и процессов; методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств, в том числе с применением ПК.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются в 1 семестре по системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	Знать: основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов; теорию и методы решения задач динамики на базе основ-	Тест	Выполнение теста на 70- 100 %	В тесте менее 70 % правильных ответов

	ных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области при изготовлении машиностроительной продукции			
	Уметь: строить математические модели механических явлений и процессов; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов машиностроительной продукции.	Тест	Выполнение теста на 70- 100 %	В тесте менее 70 % правильных ответов
	Владеть: методами теоретического исследования механических явлений и процессов; методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств, в том числе с применением ПК.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Задачи не решены

Результаты промежуточного контроля знаний для очной формы обучения оцениваются во 2 семестре по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл
ОПК-1	Знать: основные законы классической механики; теорию и методы расчета кинематических параметров движения механизмов; методы решения статически определенных задач, связанных с расчетом сил взаимодействия материальных объектов; теорию и ме-	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	тоды решения задач динамики на базе основных законов и общих теорем ньютоновской механики, принципов аналитической механики и теории малых колебаний; сведения по теоретической механике, необходимые для применения в конкретной предметной области при изготовлении машиностроительной продукции					
	Уметь: строить математические модели механических явлений и процессов; анализировать и применять знания по теоретической механике при решении конкретных практических задач, моделирующих процессы и состояния объектов, изучаемых в специальных дисциплинах теоретического и экспериментального исследования; использовать математические и физические модели для расчета характеристик деталей и узлов машиностроительной продукции.	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть: методами теоретического исследования механических явлений и процессов; методами расчета и проектирования технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств, в том числе с применением ПК.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Пример типового задания Теста № 1 «Статика»

1. Условия равновесия системы сходящихся сил имеют вид

- $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0; \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0; \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0$
- $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \sum_{i=1}^n M_i(\bar{F}_i) = 0$
- $\sum_{i=1}^n F_{iz} = \sum_{i=1}^n F_i = 0, \sum_{i=1}^n M_x(\bar{F}_i) = 0, \sum_{i=1}^n M_y(\bar{F}_i) = 0$
- $\sum_{i=1}^n F_i = 0, \sum_{i=1}^n M_i(\bar{F}_i) = 0$
- $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$

2. Сила реакции Y_A равна:

- 1 кН
- 1,7 кН
- 6,7 кН
- 0
- 1,7 кН

3. Алгебраический момент силы относительно оси z равен:

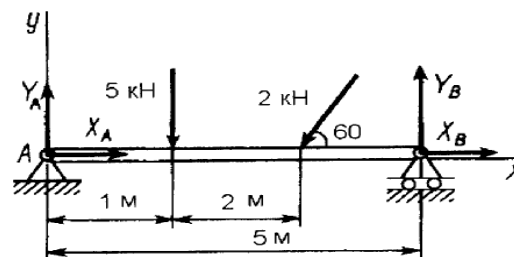
- $\pm Fh$
- $\bar{r} \times \bar{F}$
- $yF_z - zF_y$
- $zF_x - xF_z$
- $xF_y - yF_x$

4. Теорема о сумме моментов сил пары имеет вид

- $\bar{M}_0(\bar{F}_1) - \bar{M}_0(\bar{F}_2) = \bar{M}(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- $\bar{M}_0(\bar{F}_1) + \bar{M}_0(\bar{F}_2) = \bar{M}(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- $M_0(\bar{F}_1) + M_0(\bar{F}_2) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- $M_0(\bar{F}_1) - M_0(\bar{F}_2) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- $M_0(\bar{R}) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$

5. Теорема Вариньона относительно оси имеет вид:

- $\bar{M}_f(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n \bar{M}_f(\bar{F}_i)$
- $M_f(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n M_f(\bar{F}_i)$
- $M_z(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n \bar{M}_z(\bar{F}_i)$
- $\bar{M}_z(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n \bar{M}_z(\bar{F}_i)$
- $\bar{M}_z(\bar{R}^*) = \sum_{i=1}^n M_z(\bar{F}_i)$



Пример типового задания Теста № 2 «Кинематика»

1. Бинормальное ускорение точки равно:
 - a) $\ddot{x}\bar{i} + \ddot{y}\bar{j} + \ddot{z}\bar{k}$
 - b) $\ddot{x}\bar{i} + \ddot{y}\bar{j} + \ddot{z}\bar{k}$
 - c) $\ddot{s}$
 - d) 0
 - e) $\frac{v^2}{\rho}$
2. Для задания поступательного движения тела достаточно знать:
 - a) $x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t)$
 - b) $\varphi = f(t)$
 - c) $x = f_1(t), y = f_2(t), \varphi = f(t)$
 - d) $y = f_2(t), z = f_3(t)$
 - e) $z = f_3(t), y = f_2(t), \varphi = f(t)$
3. Абсолютным движением называется:
 - a) движение точки относительно подвижной системы отсчета
 - b) движение точки относительно неподвижной системы отсчета
 - c) движение точки относительно тела отсчета
 - d) движение подвижной системы отсчета относительно неподвижной
 - e) движение точки в собственной системе отсчета
4. МЦС это:
 - a) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если $\omega \neq 0$, скорость которой равна нулю
 - b) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если $\omega \neq 0$, ускорение которой равно нулю
 - c) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если $\omega \neq 0$ и $\varepsilon \neq 0$, скорость которой равна нулю
 - d) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если $\omega \neq 0$ и $\varepsilon \neq 0$, ускорение которой равно нулю
 - e) единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, скорость и ускорение которой равны нулю
5. $\omega_e = 5 \text{ с}^{-1}, h_e = 1,5 \text{ м}, s_r = 4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \text{ м}, \left(\overline{\omega}_e, \wedge \overline{v}_r\right) = 30, t_1 = 1 \text{ с}$. Ускорение Кориолиса равно:
 - a) 1,05
 - b) 7,5
 - c) 37,5
 - d) 5,25
 - e) -0,95

Пример типового задания Теста № 3 «Динамика»

1. $m = 2 \text{ кг}, x = 4t \text{ м}, y = 5 \sin(3t) \text{ м}, z = 0.2e^{-0.1t} \text{ м}, t_1 = 1 \text{ с}$. F_x равна:
 - a) 0
 - b) 15

- c) 0,18
- d) -0,018
- e) 30

2. Для прямоугольной пластины:

- a) $J_{Oz} = \frac{Ml^2}{3}$
- b) $J_{Iz} = M \left(\frac{h^2}{12} + \frac{l^2}{3} \right)$
- c) $J_{Oz} = MR^2$
- d) $J_{Oz} = M \frac{R^2}{2}$
- e) $J_{Oz} = \frac{3}{2} MR^2$

3. Кинетическим моментом точки относительно какого-либо центра называют:

- a) половину произведения массы точки на квадрат ее скорости
- b) момент количества движения точки относительно этого центра
- c) вектор, равный произведению массы точки на ее скорость
- d) произведение силы на скорость точки
- e) произведение массы точки на ускорение

4. Уравнения Лагранжа имеют вид:

- a) $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$
- b) $\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$
- c) $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, N$
- d) $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, n$
- e) $\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$

5. Уравнения свободных колебаний точки имеют вид:

- a) $q = \sqrt{q_0^2 + \frac{\dot{q}_0^2}{k^2}} \sin \left(kt + \arctg \frac{q_0 k}{\dot{q}_0} \right)$
- b) $q = Ae^{-nt} \sin(k_1 t + \alpha)$
- c) $q_1 = Ae^{-n_1 t} \sin(k_1 t_1 + \alpha)$
- d) $q_2 = Ae^{-n_1 t} e^{-n_2 t} \sin(k_1 t_1 + \alpha) = q_1 e^{-n_2 t}$
- e) $q = e^{-nt} (C_1 t + C_2)$

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1. В точке A рама заделана в неподвижное основание, а в точке B опирается на подвижный шарнир. Части рамы соединены шарниром C (рис. 1). К раме приложены горизонтальная сила $P = 1$ кН, вертикальная сила $F = 8$ кН и момент $M = 4$ кНм. Размеры даны в метрах. Найти реакции опор.

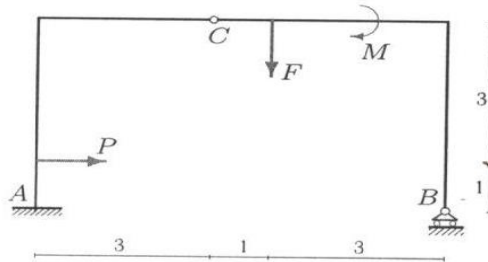


рис. 1

- а) $X_a = -1$ кН, $Y_a = 5$ кН, $Y_b = 3$ кН, $M_a = 16$ кН·м; б) $X_a = 3$ кН, $Y_a = -1$ кН, $Y_b = 5$ кН, $M_a = 12$ кН·м;
в) $X_a = 1$ кН, $Y_a = -5$ кН, $Y_b = 3$ кН, $M_a = 18$ кН·м; г) $X_a = 1$ кН, $Y_a = 5$ кН, $Y_b = -3$ кН, $M_a = 16$ кН·м.

Задача 2. На конструкцию, состоящую из трех шарнирно соединенных частей, действуют силы $F_1 = F_2 = 10$ кН, $P = 4$ кН и момент $M = 2$ кНм. Конструкция опирается на неподвижные шарниры в точках A и B и вертикальный стержень в C (рис. 2). Найти реакции опор.

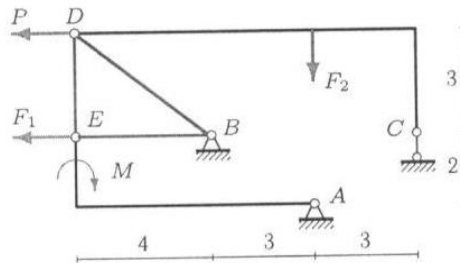


Рис. 2

- а) $X_a = 20$ кН, $Y_a = -6$ кН, $X_b = -8$ кН, $Y_b = 44$ кН; б) $X_a = -20$ кН, $Y_a = 16$ кН, $X_b = -3$ кН, $Y_b = 44$ кН;
в) $X_a = -20$ кН, $Y_a = 6$ кН, $X_b = -3$ кН, $Y_b = 34$ кН; г) $X_a = 20$ кН, $Y_a = 16$ кН, $X_b = -3$ кН, $Y_b = 24$ кН.

Задача 3. Две части составной рамы соединены шарнирным стержнем и односторонней связью в точке K (гладкая опора). На раму действуют заданные нагрузки $P = 2$ кН, $M_1 = 4$ кНм, $M_2 = 6$ кНм и сила F . Размеры на рисунке даны в метрах (рис. 3). Для каких значений силы F система находится в положении равновесия?

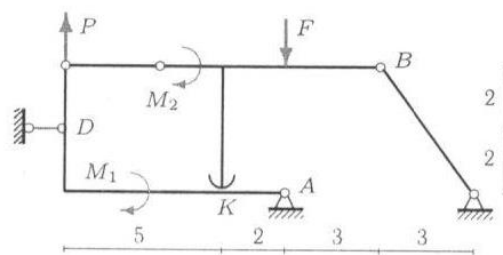


Рис. 3

- а) $F > 2$ кН; б) $F < 2$ кН; в) $F < 2$ кН; г) $F > 12$ кН

Задача 4. Механизм с идеальными стационарными связями находится в равновесии под действием силы F и моментов $M_1 = 10 \text{ Нм}$, $M_2 = 11 \text{ Нм}$. Длины звеньев $OA = 4\sqrt{2} \text{ м}$, $AB = 6 \text{ м}$, $AD = 5 \text{ м}$, угол $\alpha = 45^\circ$. Стержни AD — горизонтальный, AB — вертикальный. Уголок CB изогнут под прямым углом, длинная сторона его горизонтальна. Диск радиуса $R = 5 \text{ м}$ касается горизонтальной поверхности без проскальзывания (рис. 4). Вес стержней и диска не учитывать. Найти величину F .

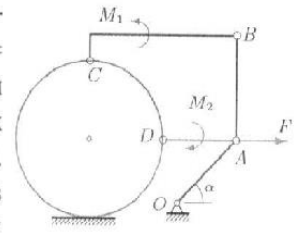


Рис. 4

а) $F=10\text{Н}$; б) $F=1\text{Н}$; в) $F=4\text{Н}$; г) $F=8\text{Н}$.

Задача 5. В указанном положении механизма с двумя степенями свободы определить скорость муфты относительно стержня v_r (рис. 5).

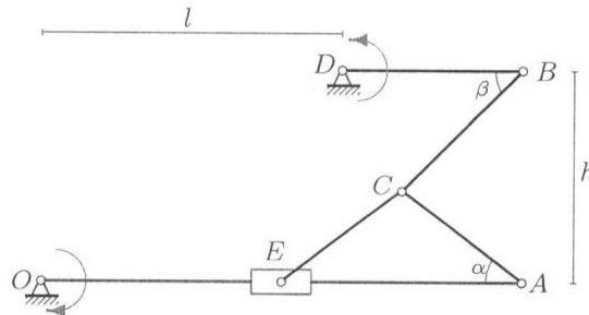


Рис. 5

Указаны направления вращения кривошипов. Стержни DB и OA считать в данный момент горизонтальными. Дано: $\tan \alpha = 3/4$, $\beta = \pi/4$, $AC = CE = 5 \text{ см}$, $DB = 6 \text{ см}$, $OE = AE = 8 \text{ см}$, $h = 7 \text{ см}$, $l = 10 \text{ см}$, $\omega_{OA} = 1 \text{ с}^{-1}$, $\omega_{DB} = 2 \text{ с}^{-1}$.

а) $v_r=8\text{см/с}$; б) $v_r=18\text{см/с}$; в) $v_r=28\text{см/с}$; г) $v_r=5\text{см/с}$.

Задача 6. Механизм состоит из пяти шарнирно соединенных стержней. Три шарнирные опоры крепят механизм к основанию. В указанном положении механизма (рис. 6) известна угловая скорость стержня OA : $\omega_{OA} = -6 \text{ с}^{-1}$. Дано: $OA = 5 \text{ см}$, $AB = 9 \text{ см}$, $BC = 8 \text{ см}$, $BD = 3 \text{ см}$, $DE = EF = 6 \text{ см}$, $\cos \alpha = 4/5$. В данный момент стержень DE горизонтальный, стержни AB и FE вертикальные. Найти угловые скорости всех звеньев механизма.

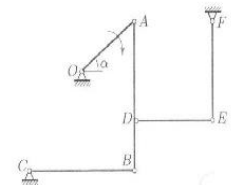


Рис. 6

а) $\omega_2=2\text{с}^{-1}$, $\omega_3=3\text{с}^{-1}$, $\omega_4=4\text{с}^{-1}$, $\omega_5=5\text{с}^{-1}$; б) $\omega_2=4\text{с}^{-1}$, $\omega_3=2\text{с}^{-1}$, $\omega_4=1\text{с}^{-1}$, $\omega_5=3\text{с}^{-1}$;
в) $\omega_2=4\text{с}^{-1}$, $\omega_3=4\text{с}^{-1}$, $\omega_4=12\text{с}^{-1}$, $\omega_5=2\text{с}^{-1}$; г) $\omega_2=2\text{с}^{-1}$, $\omega_3=3\text{с}^{-1}$, $\omega_4=4\text{с}^{-1}$, $\omega_5=1\text{с}^{-1}$.

Задача 7. Оси колес фрикционной передачи расположены на одной прямой (рис. 7). Даны радиусы колес $r_2 = 10 \text{ см}$, $R_2 = 13 \text{ см}$, $r_3 = 7 \text{ см}$, $R_3 = 11 \text{ см}$, $r_4 = 7 \text{ см}$, $R_4 = 10 \text{ см}$, расстояние между крайними осями 68 см и угловые скорости $\omega_1 = 33 \text{ с}^{-1}$, $\omega_5 = 91 \text{ с}^{-1}$. Найти радиусы колес 1 и 5.

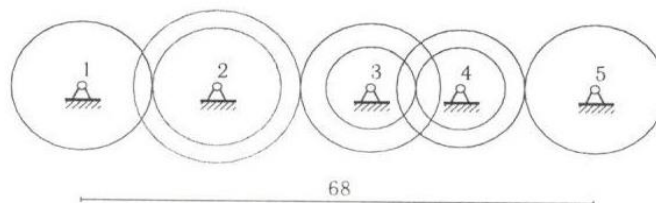


Рис. 7

а) $R_1=7\text{см}$; $R_5=3\text{см}$; б) $R_1=9\text{см}$; $R_5=5\text{см}$; в) $R_1=5\text{см}$; $R_5=3\text{см}$; г) $R_1=8\text{см}$; $R_5=4\text{см}$

Задача 8. Материальная точка массой $m = 2$ кг движется по прямой x . Имея начальную скорость $v_0 = 1$ м/с, точка тормозится силой, зависящей от скорости и координаты точки: $F_x = -k \dot{x} e^{cx}$, $k = 6$ кг/с, $c = 3$ м⁻¹. Другие силы на точку не действуют. Какова должна быть начальная скорость точки для того, чтобы тормозной путь был бы в два раза больше?

а) $v_0=1$ м/с; б) $v_0=3$ м/с; в) $v_0=12$ м/с; г) $v_0=5$ м/с.

Задача 9. Механическая система, состоящая из твердого тела (на рисунке не показано) и трех закрепленных на нем материальных точек, вращается вокруг неподвижной оси z по закону $\varphi = e^{2t} \sin t$. Даны моменты инерции тела $J_{xz} = 7$ кгм², $J_{yz} = 8$ кгм², $J_z = 2$ кгм² и положения точек (координаты в метрах) с массами $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг и $m_3 = 3$ кг на теле (рис. 9). Найти момент равнодействующей сил, приложенных к системе относительно начала координат при $t = 0$.

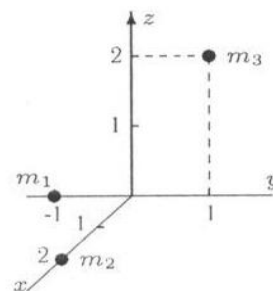


Рис. 9

а) $M_0=56$ Н·м; б) $M_0=84$ Н·м; в) $M_0=36$ Н·м; г) $M_0=66$ Н·м.

Задача 10. Механическая система, состоящая из блока колес 1, стержней 2, 3 и двух пружин, совершает малые колебания (рис. 10). Механизм расположен в горизонтальной плоскости, $R = 2r$, $AB = BO$. Даны массы тел $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 1$ кг, $m_3 = 2$ кг, жесткости пружин $c_1 = 70$ Н/м, $c_2 = 40$ Н/м, радиус инерции блока $\rho = 3r/2$. Найти собственную частоту системы.

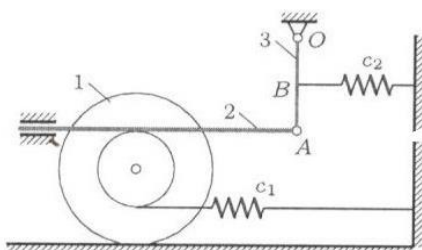


Рис. 10

а) $k=1$ с⁻¹; б) $k=2$ с⁻¹; в) $k=3$ с⁻¹; г) $k=4$ с⁻¹.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Предмет теоретической механики. Механическое движение и механическое взаимодействие объектов.
2. Исходные положения статики. Аксиомы статики.
3. Активные силы и реакции связей Аксиома связей.
4. Основные виды плоских заделок и направление их реакций.
5. Системы сходящихся сил. Геометрические и аналитические условия равновесия.
6. Моменты силы как характеристики вращательного действия силы. Алгебраический и векторный момент силы относительно центра.

7. Момент силы относительно оси. Способы вычисления момента силы относительно оси. Пара сил. Вращающий момент пары. Теоремы о парах. Эквивалентность пар.
8. Условия равновесия системы вращающих моментов. Примеры плоских заделок, реакции которых содержат вращающие моменты.
9. Лемма о параллельном переносе силы.
10. Основная теорема статики о приведении произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил.
11. Условия равновесия тела, находящегося под действием произвольной системы сил.
12. Частные случаи систем сил и условий равновесия.
13. Три формы условий равновесия произвольной плоской системы сил. Статически определимые и неопределимые задачи.
14. Распределенные силы. Виды распределенных нагрузок. Приведение к равнодействующей.
15. Равновесие системы сочлененных тел.
16. Равновесие при наличии сил трения скольжения и трения качения.
17. Центр параллельных сил и центр тяжести фигур. Способы вычисления центра тяжести.
18. Кинематика точки. Векторный способ задания движения. Скорость и ускорение точки.
19. Определение кинематических характеристик при координатном способе задания движения точки.
20. Естественный способ задания движения точки. Разделение ускорения на нормальную и касательную составляющие.
21. Задачи кинематики твердого тела. Понятие о степенях свободы.
22. Поступательное движение твердого тела.
23. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Закон движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Определение кинематических характеристик точек вращающегося тела.
24. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение. Закон движения. Две интерпретации плоского движения фигуры.
25. Векторные формулы для определения скоростей и ускорения точек плоского тела.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой

1. Предмет теоретической механики. Механическое движение и механическое взаимодействие объектов.
2. Исходные положения статики. Аксиомы статики.
3. Активные силы и реакции связей Аксиома связей.
4. Основные виды плоских заделок и направление их реакций.
5. Системы сходящихся сил. Геометрические и аналитические условия равновесия.

6. Моменты силы как характеристики вращательного действия силы. Алгебраический и векторный момент силы относительно центра.
7. Момент силы относительно оси. Способы вычисления момента силы относительно оси. Пара сил. Вращающий момент пары. Теоремы о парах. Эквивалентность пар.
8. Условия равновесия системы вращающих моментов. Примеры плоских задач, реакции которых содержат вращающие моменты.
9. Лемма о параллельном переносе силы.
10. Основная теорема статики о приведении произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил.
11. Условия равновесия тела, находящегося под действием произвольной системы сил.
12. Частные случаи систем сил и условий равновесия.
13. Три формы условий равновесия произвольной плоской системы сил. Статически определимые и неопределимые задачи.
14. Распределенные силы. Виды распределенных нагрузок. Приведение к равнодействующей.
15. Равновесие системы сочлененных тел.
16. Равновесие при наличии сил трения скольжения и трения качения.
17. Центр параллельных сил и центр тяжести фигур. Способы вычисления центра тяжести.
18. Кинематика точки. Векторный способ задания движения. Скорость и ускорение точки.
19. Определение кинематических характеристик при координатном способе задания движения точки.
20. Естественный способ задания движения точки. Разделение ускорения на нормальную и касательную составляющие.
21. Задачи кинематики твердого тела. Понятие о степенях свободы.
22. Поступательное движение твердого тела.
23. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Закон движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Определение кинематических характеристик точек вращающегося тела.
24. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение. Закон движения. Две интерпретации плоского движения фигуры.
25. Векторные формулы для определения скоростей и ускорения точек плоского тела.
26. Мгновенный центр скоростей и его свойства. Способы нахождения м.ц.с.
27. Сложное движение точки. Теорема сложения скоростей.
28. Теорема Кориолиса. Механический смысл кориолисова ускорения и способы его вычисления.
29. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений и вращательных движений вокруг параллельных осей.
30. Динамика точки. Классические законы Галилея-Ньютона (аксиомы динамики).

31. Дифференциальные уравнения движения точки. Начальные условия и их механический смысл.
32. Динамика колебательного движения точки.
33. Динамика относительного движения точки. Переносная и кориолисова силы инерции. Принцип относительности классической механики.
34. Динамика механической системы. Силы внешние и внутренние. Центр масс системы и моменты инерции как характеристики распределения масс.
35. Теорема об изменении количества движения системы. Вычисление количества движения системы. Следствия теоремы. Теорема о движении центра масс.
36. Теорема об изменении кинетического момента системы. Вычисление кинетического момента вращающегося тела. Закон сохранения кинетического момента.
37. Кинетическая энергия точки и механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии.
38. Элементарная и полная работа силы. Работа силы, приложенной к вращающемуся телу.
39. Общая формулировка теорем динамики. Дифференциальные уравнения движения твердых тел.
40. Принцип Даламбера. Главный вектор и главный момент сил инерции.
41. Классификация связей. Голономные и неголономные системы.
42. Виртуальные перемещения точки и системы. Виртуальная работа. Идеальные и неидеальные связи. Принцип виртуальных перемещений.
43. Обобщенные координаты, скорости и обобщенные силы. Общее уравнение статики.
44. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики.
45. Тождества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа. Структура уравнений Лагранжа.
46. Уравнения Лагранжа в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа
47. Колебания механической системы с одной степенью свободы.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тестовым билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов и 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, решенная задача оценивается 1-м или 2-мя баллами. Максимальное количество набранных баллов – 7.

- Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.

- Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал 3 балла.

- Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 4 или 5 баллов.

- Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 6 или 7 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Статика	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос
2	Кинематика	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос
3	Динамика материальной точки и механической системы	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос
4	Принципы механики. Элементы аналитической механики.	ОПК-1	Тест, зачет, устный опрос

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тестовых заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка теста, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем преподавателем осуществляется проверка решения задач, и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1 Основная литература

1. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики [Текст]: учебник / С.М. Тарг. – М: Высшая школа, 2008. – 416 с.
2. Цивильский, В.Л. Теоретическая механика [Текст]: учеб. пособие / В.Л. Цивильский. – 3-е изд., доп. и перераб. – М: Высшая школа, 2008. – 368 с.

8.1.2 Дополнительная литература

3. Яблонский, А.А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [Текст]: учеб. пособие для технических вузов / А.А. Яблонский; под ред. А.А. Яблонского. – М.: Интеграл-Пресс, 2006. – 384 с.
4. Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике [Текст]: учебник / И. В. Мещерский; под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. – 38 изд., стереотип. –

СПб.: Лань, 2001. – 448 с.: ил. – ISBN 5–8114– 0400–X.

5. Переславцева, Н.С. [и др.]. Теоретическая физика. В 3–х ч. Ч. 1: Статика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева, В.А. Баскаков. – Электрон. дан. (1 файл: 3935 Кб): ГОУВПО «ВГТУ», 2007. – 1 CD-RW. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

6. Переславцева, Н.С. [и др.]. Теоретическая механика. В 3–х ч. Ч. 2: Кинематика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Электрон. дан. (1 файл: 5984 Кб): ГОУВПО «ВГТУ», 2009. – 1 CD-RW. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

7. Переславцева, Н.С. [и др.]. Теоретическая механика. Ч. 3: Динамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Электрон. дан. (1 файл: 5984 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2010. – 1 CD-RW. – Режим доступа: <http://bibl.cchgeu.ru/MarcWeb2/Found.asp>

8.1.3 Методические указания

8. МУ к выполнению тестовых и контрольных заданий по дисциплине "Теоретическая механика" для студентов специальностей 160302 "Ракетные двигатели", 110302 "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства", 150202 "Оборудование и технология сварочного производства", 151001 "Технология машиностроения", 150201 "Машины и технология обработки металлов давлением" очной и очной сокращенной форм обучения [Текст] / Каф. теоретической и прикладной механики; сост.: Н. П. Бестужева, Н. С. Переславцева, В. А. Баскаков. – Воронеж: ГОУВПО "ВГТУ", 2008. – 30 с. – Регистр. № 311-2008.

9. Методические указания для самостоятельной работы и тестирования знаний студентов по дисциплине "Теоретическая механика" (раздел "Динамика и элементы аналитической механики") для студентов очной формы обучения / Каф. теоретической и прикладной механики; сост.: Ю. М. Айбиндер, Г. Н. Пачевская, А. А. Воропаев. – Воронеж: ГОУВПО "ВГТУ", 2010. – 54 с. – Регистр. № 269-2010.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word,
Microsoft Excel,
Internet Explorer

Электронный каталог научной библиотеки:

<https://cchgeu.ru/university/elektronnyy-katalog/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы № 301/2; 206/2

Специализированное помещение для проведения лекционных занятий, оснащенное доской, учебными столами, стульями и оборудованием для демонстрации наглядного материала

Перечень оборудования: модели узлов и деталей машин, проектор Epson, 3 компьютера, программное обеспечение.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теоретическая механика» читаются лекции, выполняются практические работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета реакций опор и определение кинематических характеристик движения твердых тел. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины осуществляется при выполнении и защите практических работ.

Освоение дисциплины оценивается на зачете с оценкой, который проводится путем тестирования по вопросам пройденных тем.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.