

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета  А.В. Бурковский

«31» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
«Теоретическая механика»

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

 /Семенюхин О.А./

Заведующий кафедрой  
Прикладной математики и  
механики

 /Рязжских В.И./

Руководитель ОПОП

 /Ситников Н.В./

Воронеж 2017

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов основ научного мышления, в результате изучения студенты должны иметь представление об истории и тенденциях развития, взаимосвязи теоретической механики с другими областями знаний, о роли и месте механики в современной технике. Студенты должны иметь представление о механическом движении вещественных форм материальных объектов в пространстве с течением времени, знать и уметь использовать методы, понятия, модели и законы теоретической механики применительно к задачам проектирования электромеханических систем, иметь навыки исследования механического взаимодействия материальных объектов.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями теоретической механики;
- овладение методами исследования; приемами и методами решения теоретической механики;
- освоение методов решения конкретных задач из различных областей статики, кинематики и динамики;
- формирование навыков умения выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- приобретение навыков проектирования элементов оборудования;
- приобретение навыков рационального выбора расчетных моделей электромеханических систем и их механических и электрических аналогов.

## 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-2 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие
-------------	--------------------------------------

	<b>сформированность компетенции</b>
ОПК-2	Знать основные законы классической механики
	Уметь 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.
	Владеть методами расчета и проектирования электротехнических 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 з.е.  
 Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	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	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Статика	<p>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.</p> <p>Исходные положения статики как раздела, где изучаются силы, их эквивалентные преобразования и условия равновесия твердых тел. Аксиомы статики.</p> <p>Основные виды плоских заделок (связей) и направление их реакций. Системы сходящихся сил. Равнодействующая сходящихся сил, условия равновесия системы сходящихся сил. Геометрические и аналитические способы сложения сил.</p> <p>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.</p> <p>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..</p> <p>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.</p> <p>Аналитические условия равновесия. Некоторые виды пространственных связей и направление их реакций. Методы расчета плоских и пространственных задач статики..</p> <p>Центр параллельных сил и центр тяжести фигур.</p>	4	8	20	32
2	Кинематика	<p>Способы задания движения точки в пространстве..</p> <p>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.</p> <p>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..</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Сферическое движение вокруг неподвижной точки. Углы</p>	4	8	20	32

		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.				
3	Динамика материальной точки и механической системы	<p>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 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.</p> <p>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.</p> <p>Кинетический момент точки и системы относительно центра и относительно оси. Вычисление кинетического момента вращающегося тела. Вывод теоремы. Закон сохранения кинетического момента.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	6	12	22	40
4	Принципы механики. Элементы аналитической механики.	<p>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.</p> <p>Принцип виртуальных перемещений Лагранжа (ПВП).</p> <p>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.</p> <p>Принцип Даламбера- Лагранжа (ПДЛ).</p> <p>ПДЛ как объединение двух принципов: принципа Даламбера и принципа виртуальных перемещений. Обобщенные активные силы и обобщенные силы инерции. Общее уравнение динамики..</p> <p>Формализм Лагранжа. Тожества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа и их структура. Алгоритм получения дифференциальных уравнений движения системы с помощью уравнений Лагранжа.</p> <p>Уравнения Лагранжа для консервативной механической системы и основы теории колебаний.</p> <p>Функция Лагранжа (случай потенциальных сил). Колебания системы с одной степенью свободы около устойчивого положения равновесия. Приведенные коэффициенты жесткости и инертности системы.</p>	4	8	28	40
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 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-2	Знать основные законы классической механики	Активная работа и ответь на теоретические вопросы на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный рабочими программами	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь 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.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный рабочими программами	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами расчета и проектирования электротехнических 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 рабочими программами	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

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

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	Знать основные законы классической механики	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь 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.	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
	Владеть методами расчета и проектирования электротехнических 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

- a)  $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0; \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0; \sum_{i=1}^n F_{iz} = 0$
- b)  $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0, \sum_{i=1}^n M_f(\bar{F}_i) = 0$
- c)  $\sum_{i=1}^n F_{iz} = \sum_{i=1}^n F_i = 0, \sum_{i=1}^n M_x(\bar{F}_i) = 0, \sum_{i=1}^n M_y(\bar{F}_i) = 0$
- d)  $\sum_{i=1}^n F_i = 0, \sum_{i=1}^n M_f(\bar{F}_i) = 0$
- e)  $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0, \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$

2. Сила реакции  $Y_A$  равна:

- a) 1 кН
- b) 1,7 кН
- c) 6,7 кН
- d) 0
- e) -1,7 кН

3. Алгебраический момент силы относительно оси  $z$  равен:

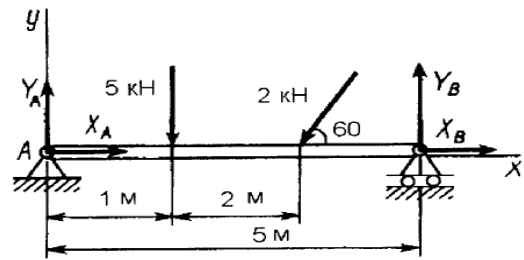
- a)  $\pm Fh$
- b)  $\bar{r} \times \bar{F}$
- c)  $yF_z - zF_y$
- d)  $zF_x - xF_z$
- e)  $xF_y - yF_x$

4. Теорема о сумме моментов сил пары имеет вид

- a)  $\bar{M}_0(\bar{F}_1) - \bar{M}_0(\bar{F}_2) = \bar{M}(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- b)  $\bar{M}_0(\bar{F}_1) + \bar{M}_0(\bar{F}_2) = \bar{M}(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- c)  $M_0(\bar{F}_1) + M_0(\bar{F}_2) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- d)  $M_0(\bar{F}_1) - M_0(\bar{F}_2) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$
- e)  $M_0(\bar{R}) = M(\bar{F}_1, \bar{F}_2)$

5. Теорема Вариньона относительно оси имеет вид:

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





**Пример типового задания Теста № 2 «Кинематика»**

1. Бинормальное ускорение точки равно:
- $\dot{x}\bar{i} + \dot{y}\bar{j} + \dot{z}\bar{k}$
  - $\ddot{x}\bar{i} + \ddot{y}\bar{j} + \ddot{z}\bar{k}$
  - $\ddot{s}$
  - 0
  - $\frac{v^2}{\rho}$
2. Для задания поступательного движения тела достаточно знать:
- $x = f_1(t), y = f_2(t), z = f_3(t)$
  - $\varphi = f(t)$
  - $x = f_1(t), y = f_2(t), \varphi = f(t)$
  - $y = f_2(t), z = f_3(t)$
  - $z = f_3(t), y = f_2(t), \varphi = f(t)$
3. Абсолютным движением называется:
- движение точки относительно подвижной системы отсчета
  - движение точки относительно неподвижной системы отсчета
  - движение точки относительно тела отсчета
  - движение подвижной системы отсчета относительно неподвижной
  - движение точки в собственной системе отсчета
4. МЦС это:
- единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если  $\omega \neq 0$ , скорость которой равна нулю
  - единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, если  $\omega \neq 0$ , ускорение которой равно нулю
  - 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
  - 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
  - единственная точка фигуры в каждый момент времени при плоском движении этой фигуры в ее плоскости, скорость и ускорение которой равны нулю
5.  $\omega_e = 5 \text{ с}^{-1}, h_e = 1,5 \text{ м}, s_r = 4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \text{ м}, \left(\bar{\omega}_e, \hat{\bar{v}}_r\right) = 30, t_1 = 1 \text{ с}$ . Ускорение Кориолиса равно:
- 1,05
  - 7,5
  - 37,5
  - 5,25
  - 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:
- 0
  - 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)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$   
b)  $\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$   
c)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$   
d)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = 0$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$   
e)  $\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$
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)  $q = Ae^{-m} \sin(k_1 t + \alpha)$   
c)  $q_1 = Ae^{-m_1} \sin(k_1 t_1 + \alpha)$   
d)  $q_2 = Ae^{-m_1} e^{-m_2 t_1} \sin(k_1 t_1 + \alpha) = q_1 e^{-m_2 t_1}$   
e)  $q = e^{-m} (C_1 t + C_2)$

## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

## 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  $F = 8$  кН и момент  $M = 4$  кНм. Размеры даны в метрах. Найти реакции опор.

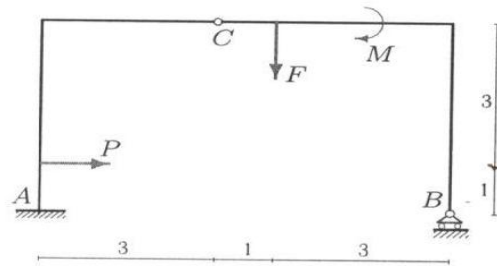


рис. 1

- 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.

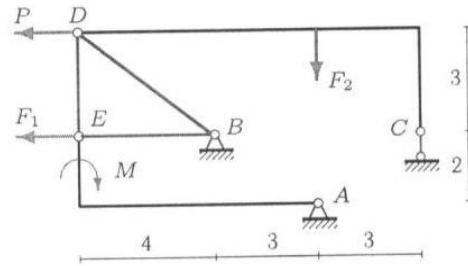


Рис. 2

- 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?

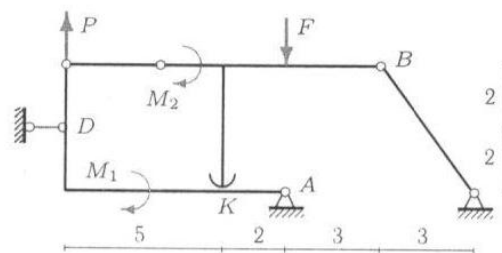


Рис. 3

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

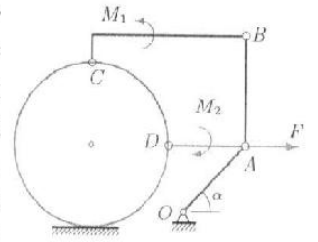


Рис. 4

- а)  $F=10$ Н; б)  $F=1$ Н; в)  $F=4$ Н; г)  $F=8$ Н.

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

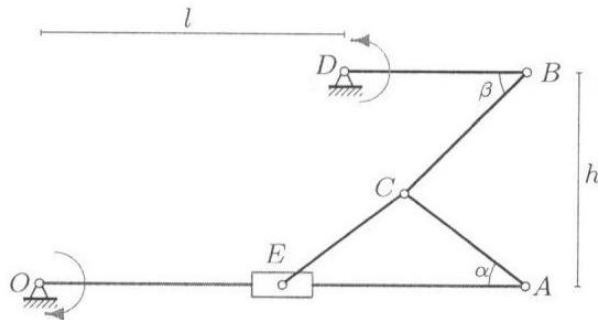


Рис. 5

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

- а)  $v_r=8$ см/с; б)  $v_r=18$ см/с; в)  $v_r=28$ см/с; г)  $v_r=5$ 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  $OA$ :  $\omega_{OA_z} = -6$  с $^{-1}$ . Дано:  $OA = 5$  см,  $AB = 9$  см,  $BC = 8$  см,  $BD = 3$  см,  $DE = EF = 6$  см,  $\cos \alpha = 4/5$ . В данный момент стержень  $DE$  горизонтальный, стержни  $AB$  и  $FE$  вертикальные. Найти угловые скорости всех звеньев механизма.

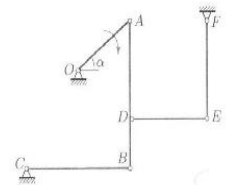


Рис. 6

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

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

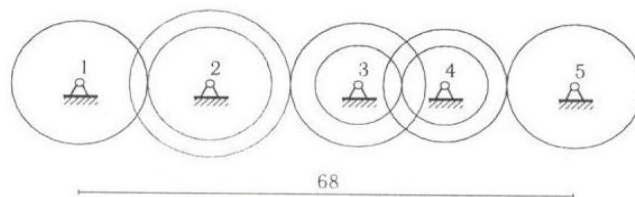


Рис. 7

- 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<sup>-1</sup>. Другие силы на точку не действуют. Какова должна быть начальная скорость точки для того, чтобы тормозной путь был бы в два раза больше?

- а)  $v_0=1\text{м/с}$ ; б)  $v_0=3\text{м/с}$ ; в)  $v_0=12\text{м/с}$ ; г)  $v_0=5\text{м/с}$ .

**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  $J_{xz} = 7$  кгм<sup>2</sup>,  $J_{yz} = 8$  кгм<sup>2</sup>,  $J_z = 2$  кгм<sup>2</sup> 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  $t = 0$ .

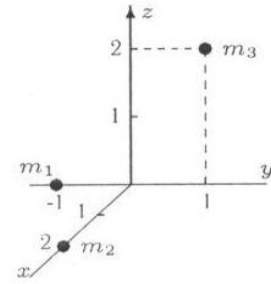


Рис. 9

- а)  $M_0=56\text{Н}\cdot\text{м}$ ; б)  $M_0=84\text{Н}\cdot\text{м}$ ; в)  $M_0=36\text{Н}\cdot\text{м}$ ; г)  $M_0=66\text{Н}\cdot\text{м}$ .

**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.

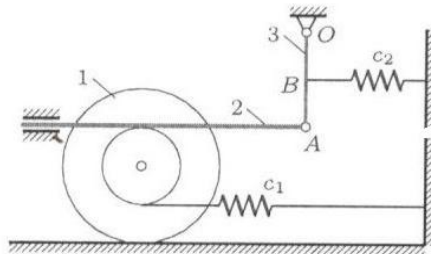


Рис. 10

- а)  $k=1\text{с}^{-1}$ ; б)  $k=2\text{с}^{-1}$ ; в)  $k=3\text{с}^{-1}$ ; г)  $k=4\text{с}^{-1}$ .

## 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

## 7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

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.
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. Динамики 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**

Экзамен проводится по тест-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-2	Тест, зачет, устный опрос
2	Кинематика	ОПК-2	Тест, зачет, устный опрос
3	Динамика материальной точки и механической системы	ОПК-2	Тест, зачет, устный опрос
4	Принципы механики. Элементы аналитической механики.	ОПК-2	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 тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором 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 осуществляется проверка решения задач экзаменатором 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**

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – М: Высшая школа, 2008. 416 с.

2. Яблонский А.А. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: учеб. пособие для технических вузов / под ред. А.А. Яблонского. – М.: Интеграл-Пресс, 2006. 384 с.

3. Цывильский В.Л. Теоретическая механика / В.Л. Цывильский. – М: Высшая школа, 2008. 368 с.

Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике / И.В. Мещерский. – СПб.: Лань, 2001. 448 с.

4. Переславцева Н.С. Бестужева Н.П. Баскаков В.А. Теоретическая физика. Ч. 1: Статика: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева, В.А. Баскаков. – Электрон. дан. (1 файл: 3935 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 1 CD-RW.

5. Переславцева Н.С. Бестужева. Теоретическая механика. Ч. 2: Кинематика: учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Электрон. дан. (1 файл: 5984 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. – 1 CD-RW.

6. Переславцева Н.С. Бестужева. Теоретическая механика. Ч. 3: Динамика. учеб. пособие / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Электрон. дан. (1 файл: 5984 Кб): ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2010. – 1 CD-RW.

### **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:**

#### **8.2.1 Программное обеспечение**

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- Компас-График LT;
- AutoCAD

- Paint;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- SMath Studio;
- Internet explorer;

- 8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
  - Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

- 8.2.3 Информационные справочные системы
- <http://window.edu.ru>
  - <https://wiki.cchgeu.ru/>

- 8.2.4 Современные профессиональные базы данных
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>
  - Единая система конструкторской документации. URL: [https://standartgost.ru/0/2871-edinaya\\_sistema\\_konstruktorskoy\\_dokumentatsii](https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii)
  - Национальная электронная библиотека. URL: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
  - Библиотека Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Использование имеющихся компьютерных классов для выполнения студентами тестовых и расчетно-графических работ. Учебные плакаты и стенды.

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

По дисциплине «Теоретическая механика» .

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.

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем проведения тестирования по вопросам пройденных тем.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
---------------------	-----------------------

Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 усвоению 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.
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.

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2017	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
4	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	