

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФЭСА А.В. Бурковский  
«30» августа 2017 г.



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

**Направление подготовки** 27.03.04 Управление в технических системах  
**Профиль** Управление и информатика в технических системах  
**Квалификация выпускника** Бакалавр  
**Нормативный период обучения** 4 года / -  
**Форма обучения** Очная / -  
**Год начала подготовки** 2017 г.

Автор программы \_\_\_\_\_  / Переславцева Н.С. /

Заведующий кафедрой  
прикладной математики и механики \_\_\_\_\_  / Рязских В.И. /

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_  / Гусев К.Ю. /

Воронеж 2017

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цель дисциплины

Формирование у студентов способности производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

## 1.2 Задачи освоения дисциплины

Освоение методов теоретического подхода к описанию явлений, к формированию закономерностей физико-математических дисциплин, изучение законов движения и взаимодействия физических тел и систем тел и применения этих законов на практике.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к обязательным дисциплинам вариативной части блока Б.1 учебного плана.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

**ОПК-1** – Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

**ПК-6** – способность производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	<b>Знать</b> основные законы механического движения материальных тел и сил их взаимодействия, методы описания движения материальной точки, тела и механической системы.
	<b>Уметь</b> использовать эти законы и методы при решении теоретических и практических задач в различных областях физики и техники, сводящихся к решению прямой и обратной задач кинематики точки, поступательного, вращательного, плоского и

	сферического движения твёрдого тела, сложного движения точки.
<b>ПК-6</b>	<b>Уметь</b> применять знания к решению прямой и обратной задач динамики материальной точки в силовых полях различной физической природы, к рассмотрению проблем собственных и вынужденных колебаний в системах с сосредоточенными параметрами; к использованию общих теорем динамики механических систем; к составлению, анализу и решению уравнений движения системы тел.
	<b>Владеть</b> навыками составления, решения и анализа динамических уравнений движения несвободных нелинейных систем на компьютере.

#### 4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая механика» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	18	18			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	–	–			
Лабораторные работы (ЛР)	–	–			
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90			
Курсовой проект	–	–			
Контрольная работа	–	–			
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Общая трудоемкость, часов	108	108			
Зачетных единиц	3	3			

#### 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

###### очная форма обучения

№	Наименование	Содержание раздела	Лекц	Прак	Лаб.	СРС	Всего,
---	--------------	--------------------	------	------	------	-----	--------

п/п	темы		зан.	зан.		час
1	Кинематика	<p><b>Введение.</b> Предмет и основные исторические этапы развития теоретической механики (ТМ), ТМ как фундаментальная теоретическая база областей современной техники, значение ТМ для студентов данного профиля обучения. Абстрактные модели реальных тел, используемые в ТМ. <b>Кинематика точки.</b> Способы задания движения точки в пространстве. Определение основных кинематических характеристик (траектории, скорости, ускорения) при векторном, координатном и естественном способах задания движения. <u>Самостоятельное изучение (СИ):</u> Классификация движения точки по ускорениям. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Системы отсчета.</p> <p><b>Кинематика твердого тела.</b> Задачи кинематики твердого тела, понятие о степенях свободы. Теорема о проекциях скоростей. <u>СИ:</u> Простейшие виды движения твердого тела: поступательное и вращательное движение вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Векторная формула Эйлера.</p> <p><b>Сложное (составное) движение точки.</b> Относительное и переносное движения. Теорема сложения скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Механический смысл кориолисова ускорения и способы его вычисления. <u>СИ:</u> Дифференцирование вектора, определенного в подвижной системе координат. Кинематика кулисных механизмов.</p> <p><b>Плоскопараллельное движение твердого тела.</b> Плоское движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Закон и кинематические характеристики плоского движения. Векторные</p>	4		20	24

		<p>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. <u>СИ</u>: Графическое определение скоростей точек плоской фигуры.</p> <p><u>СИ</u>: <b>Общий случай движения свободного твердого тела.</b> 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. <b>Сложное движение твердого тела.</b> Сложение движений вокруг параллельных осей. Метод Виллиса. Зубчатые передачи. Расчет редукторов скоростей.</p>					
2	Статика	<p>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. <u>СИ</u>: Следствия аксиом – теорема о трех силах; сила – скользящий вектор. <b>Системы сходящихся сил.</b> Равнодействующая сходящихся сил, условия равновесия системы сходящихся сил. Геометрические и аналитические способы сложения сил.</p> <p><b>Моменты силы. Пара сил.</b> Моменты силы как характеристики вращательного действия силы. Алгебраический, векторный моменты силы относительно</p>	4			20	24

		<p>центра, момент силы относительно оси. Определение пары, векторный момент пары. <u>СИ</u>: Теоремы о парах. Вращающий момент как первичное силовое воздействие, дополнительные аксиомы статики.</p> <p><b>Основная теорема статики.</b> 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><b>Условия равновесия произвольной системы сил.</b> Векторные и скалярные условия равновесия произвольной системы сил, приложенных к твердому телу. Статически определимые и неопределимые задачи. Произвольно плоская система сил. Три формы аналитических условий равновесия. Равновесие системы сочлененных конструкций. <u>СИ</u>: Частные случаи систем сил и условий равновесия геометрической статики.</p> <p><b>Пространственная система сил.</b> Аналитические условия равновесия.</p> <p><u>СИ</u>: Некоторые виды пространственных связей и направление их реакций. Методы расчета плоских и пространственных задач статики.</p> <p><b>Равновесие при наличии сил трения:</b> трение качения и трение скольжения, предельная сила трения, угол и конус трения. Трение качения, коэффициент трения качения. Центр параллельных сил и центр тяжести фигур.</p>					
3	Динамика	<p><b>Динамика точки.</b> Дифференциальные уравнения движения точки. Начальные условия и их механический смысл. <u>СИ</u>: Классические законы Галилея-Ньютона (аксиомы динамики). Инерциальные системы отсчета. Философско-физический смысл</p>	4			25	29

	<p>ньютоновской механики. Ускорение точки в системе координат, равномерно вращающейся вокруг неподвижной оси. Колебательное движение точки. Уравнения свободных, затухающих и вынужденных колебаний. Относительное движение точки. Переносная и кориолисова сила инерции. Принцип относительности классической механики.</p> <p><b>Динамика механической системы и твердого тела.</b> Внутренние силы и их основное свойство. Суммарные меры движения механических систем: количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия</p> <p><b>Теорема об изменении количества движения.</b></p> <p><u>СИ</u>: Геометрия масс. Центр масс и моменты инерции как характеристики распределения масс механической системы. Следствия теоремы об изменении количества движения – теорема о движении центра масс, закон сохранения количества движения.</p> <p><b>Теорема об изменении кинетического момента СИ:</b> Закон сохранения кинетического момента.</p> <p><b>Теорема об изменении кинетической энергии.</b> Кинетическая энергия механической системы и твердого тела в частных случаях его движения. <u>СИ</u>: 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.</p> <p><b>Принцип Даламбера.</b> Принцип</p>					
--	--	--	--	--	--	--

		<p>Даламбера для механической системы. <u>СИ</u>: 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>				
4	Аналитическая механика	<p><b>Принцип виртуальных перемещений Лагранжа (ПВП).</b> Аналитическое выражение и классификация связей. Голономные системы. Понятие о варьировании координат точки. Виртуальные (возможные) перемещения точки и системы. Число независимых виртуальных перемещений для голономных систем. Виртуальная работа. Идеальные и неидеальные связи. Формулировка ПВП. Обобщенные координаты, скорости и силы.</p> <p><b>Принцип Даламбера-Лагранжа (ПДЛ).</b> Обобщенные активные силы и обобщенные силы инерции. Общее уравнение динамики.</p> <p><b>Уравнения Лагранжа второго рода.</b> Их структура. Алгоритм получения дифференциальных уравнений движения системы с помощью уравнений Лагранжа. <u>СИ</u>: Формализм Лагранжа. Тождества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа и <b>Уравнения Лагранжа для консервативной механической системы.</b> Функция Лагранжа. Случай потенциальных сил Достоинства уравнений Лагранжа при решении задач динамики механической системы с произвольным числом степеней свободы. Понятие о функционале действия и его вариации.</p> <p><b>Теория колебаний механических систем.</b> Колебания системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Приведенные коэффициенты инертности и жесткости системы. <u>СИ</u>:</p>	6		25	31

	Устойчивость положения равновесия. Критерии устойчивости. Линеаризация уравнений Лагранжа около положения равновесия.					
	<u>СИ:</u> <b>Общие концепции вариационных принципов механики.</b> Анализ и сравнение различных подходов к исследованию движения механических систем.					
<b>Итого</b>		<b>18</b>			<b>90</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## 5.3 Перечень практических работ

Не предусмотрено учебным планом

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

Курсовые проекты (работы) и контрольные работы не предусмотрены в учебном плане.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 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
-------------	---	---------------------	------------	---------------

<b>ОПК-1</b>	<b>Знать</b> основные законы механического движения материальных тел и сил их взаимодействия, методы описания движения материальной точки, тела и механической системы.	Активная работа на занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе
	<b>Уметь</b> использовать эти законы и методы при решении теоретических и практических задач в различных областях физики и техники, сводящихся к решению прямой и обратной задач кинематики точки, поступательного, вращательного, плоского и сферического движения твёрдого тела, сложного движения точки.	Активная работа на занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе
<b>ПК-6</b>	<b>Уметь</b> применять знания к решению прямой и обратной задач динамики материальной точки в силовых полях различной физической природы, к рассмотрению проблем собственных и вынужденных колебаний в системах с сосредоточенными параметрами; к использованию общих теорем динамики механических систем; к составлению, анализу и решению уравнений движения системы тел.	Активная работа на занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе
	<b>Владеть</b> навыками составления, решения и анализа динамических уравнений движения несвободных нелинейных систем на компьютере.	Активная работа на занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе	Выполнение тем СИ, предусмотренных в рабочей программе

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по системе:

«зачтено»;

«не зачтено»;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
<b>ОПК-1</b>	<b>Знать</b> основные законы механического движения материальных тел и сил их взаимодействия, методы описания движения материальной точки, тела и	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов

	механической системы.			
	<b>Уметь</b> использовать эти законы и методы при решении теоретических и практических задач в различных областях физики и техники, сводящихся к решению прямой и обратной задач кинематики точки, поступательного, вращательного, плоского и сферического движения твёрдого тела, сложного движения точки.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
<b>ПК-6</b>	<b>Уметь</b> применять знания к решению прямой и обратной задач динамики материальной точки в силовых полях различной физической природы, к рассмотрению проблем собственных и вынужденных колебаний в системах с сосредоточенными параметрами; к использованию общих теорем динамики механических систем; к составлению, анализу и решению уравнений движения системы тел.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<b>Владеть</b> навыками составления, решения и анализа динамических уравнений движения несвободных нелинейных систем на компьютере.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	В тесте менее 70% правильных ответов

## **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**

**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:

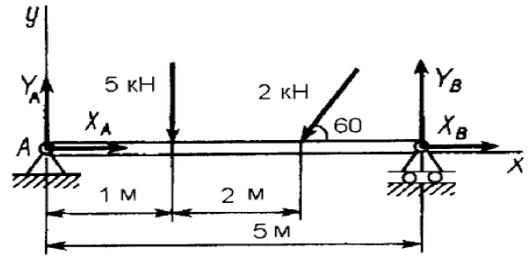
- a)  $\pm Fh$
- b)  $\bar{r} \times \bar{F}$
- c)  $yF_z - zF_y$
- d)  $zF_x - xF_z$
- e)  $xF_y - yF_x$

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:
  - a)  $\dot{x}\bar{i} + \dot{y}\bar{j} + \dot{z}\bar{k}$
  - 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.  $\omega_e = 5 \text{ с}^{-1}, h_e = 1,5 \text{ м}, s_r = 4 \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \text{ м}, \left(\overline{\omega}_e, \hat{\overline{v}}_r\right) = 30, t_1 = 1 \text{ с}$ . 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)  $q = Ae^{-m} \sin(k_1 t + \alpha)$   
c)  $q_1 = Ae^{-m_1} \sin(k_1 t_1 + \alpha)$   
d)  $q_2 = Ae^{-m_1} e^{-m_1} \sin(k_1 t_1 + \alpha) = q_1 e^{-m_1}$   
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

Не предусмотрено учебным планом

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1) **Введение.** Предмет и основные исторические этапы развития

теоретической механики (ТМ), ТМ как фундаментальная теоретическая база областей современной техники, значение ТМ для студентов данного профиля обучения. 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. Следствия аксиом – теорема о трех силах; сила – скользящий вектор. **Системы сходящихся сил.** Равнодействующая сходящихся сил, условия равновесия системы сходящихся сил. Геометрические и аналитические способы сложения сил.

2) **Моменты силы. Пара 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.

3) **Основная теорема 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.

4) **Условия равновесия произвольной системы сил.** Векторные и скалярные условия равновесия произвольной системы сил, приложенных к твердому телу. Статически определимые и неопределимые задачи. Произвольно плоская система сил. Три формы аналитических условий равновесия. Равновесие системы сочлененных конструкций. Частные случаи систем сил и условий равновесия геометрической статики.

5) **Пространственная система сил.** Аналитические условия равновесия. Некоторые виды пространственных связей и направление их реакций. Методы расчета плоских и пространственных задач статики.

6) **Равновесие при наличии сил трения:** трение качения и трение скольжения, предельная сила трения, угол и конус трения. Трение качения, коэффициент трения качения. Центр параллельных сил и центр тяжести фигур.

7) **Кинематика точки.** 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.

8) **Кинематика твердого тела.** 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.

9) **Сложное (составное) движение точки.** Относительное и переносное движения. Теорема сложения скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Механический смысл кориолисова ускорения и способы его вычисления. Дифференцирование вектора, определенного в подвижной системе координат. Кинематика кулисных механизмов.

10) **Плоскопараллельное движение твердого тела.** 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.

11) **Общий случай движения свободного твердого тела.** 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.

12) **Сложное движение твердого тела.** Сложение движений вокруг параллельных осей. Метод Виллиса. Зубчатые передачи. Расчет редукторов скоростей.

13) **Динамика точки.** Дифференциальные уравнения движения точки. Начальные условия и их механический смысл. Классические законы Галилея-Ньютона (аксиомы динамики). Инерциальные системы отсчета. Философско-физический смысл ньютоновской механики. Ускорение точки в системе координат, равномерно вращающейся вокруг неподвижной оси. Колебательное движение точки. Уравнения свободных, затухающих и вынужденных колебаний. Относительное движение точки. Переносная и кориолисова сила инерции. Принцип относительности классической механики.

14) **Динамика механической системы и твердого тела.** Внутренние силы и их основное свойство. Суммарные меры движения механических систем: количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия

15) **Теорема об изменении количества движения.** Следствия теоремы об изменении количества движения – теорема о движении центра масс, закон сохранения количества движения.

16) **Геометрия масс.** Центр масс и моменты инерции как характеристики распределения масс механической системы.

17) **Теорема об изменении кинетического момента.** Закон сохранения кинетического момента.

18) **Теорема об изменении кинетической энергии.** Кинетическая

энергия механической системы и твердого тела в частных случаях его движения. Теорема. 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.

19) **Принцип Даламбера.** 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.

20) **Принцип виртуальных перемещений Лагранжа (ПВП).** Аналитическое выражение и классификация связей. Голономные системы. Понятие о варьировании координат точки.

21) **Виртуальные (возможные) перемещения точки и системы.** Число независимых виртуальных перемещений для голономных систем. Виртуальная работа. Идеальные и неидеальные связи. Формулировка ПВП. Обобщенные координаты, скорости и силы.

22) **Принцип Даламбера- Лагранжа (ПДЛ).** Обобщенные активные силы и обобщенные силы инерции. Общее уравнение динамики.

23) **Уравнения Лагранжа второго рода.** Их структура. Алгоритм получения дифференциальных уравнений движения системы с помощью уравнений Лагранжа. Формализм Лагранжа. Тождества Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа.

24) **Уравнения Лагранжа для консервативной механической системы.** Функция Лагранжа. Случай потенциальных сил. Достоинства уравнений Лагранжа при решении задач динамики механической системы с произвольным числом степеней свободы. Понятие о функционале действия и его вариации.

25) **Теория колебаний механических систем.** Колебания системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия. Приведенные коэффициенты инертности и жесткости системы. Устойчивость положения равновесия. Критерии устойчивости. Линеаризация уравнений Лагранжа около положения равновесия.

26) **Общие концепции вариационных принципов механики.** Анализ и сравнение различных подходов к исследованию движения механических систем.

### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проводится в форме Зачета по тест-билетам, каждый из которых содержит 5 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 5.

- Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 3 баллов.
- Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 3 до 5 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Статика	ОПК-1, ПК-6	Тест, зачет, устный опрос
2	Кинематика	ОПК-1, ПК-6	Тест, зачет, устный опрос
3	Динамика	ОПК-1, ПК-6	Тест, зачет, устный опрос
4	Аналитическая механика	ОПК-1, ПК-6	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.
4. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике / И.В. Мещерский. – СПб.: Лань, 2001. 448 с.
5. Переславцева Н.С. 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.
6. Переславцева Н.С. 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.
7. Переславцева Н.С. 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. Переславцева Н.С. Сборник задач по теоретической механике: кинематика и статика / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 198 с.
9. Переславцева Н.С. Сборник задач по теоретической механике: динамика и аналитическая механика / Н.С. Переславцева, Н.П. Бестужева. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. – 216 с.

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), 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\\_konstruktorskoj\\_dokumentatsii](https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoj_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 занятий.  
 Использование имеющихся компьютерных классов для выполнения студентами тестовых работ. Учебные плакаты и стенды.

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

По дисциплине «Теоретическая механика» читаются лекции.

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

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; 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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков

	<p>самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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.</p>

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	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	