

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра теоретической механики

Утверждено на заседании кафедры  
теоретической механики  
«11» января 2021 г., протокол №4/1

Заведующий кафедрой

 В.Д. Кухарь

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Теоретическая механика»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы специалитета**

по специальности

**24.05.01 – Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-  
космических комплексов**

со специализацией

**Ракеты с ракетными двигателями твёрдого топлива**

Форма обучения: **очная**

Идентификационный номер образовательной программы: 240501-02-21

Тула 2021

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Пасько А.Н., доцент, дтн, профессор ТулГУ  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины являются изучение фундаментальных понятий механики и их приложения к современным задачам.

**Задачами** освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются:

- глубокое изучение теории механического движения;
- приобретение навыков в решении задач;
- приобретение умений использовать алгоритмы решения современных задач курса при одновременном построении соответствующей физической модели рассматриваемого процесса.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к базовой части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина изучается во 2 и 3 семестрах.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) основные понятия и законы механики, их следствия, порядок применения теоретического аппарата механики в важнейших практических приложениях (код компетенции – ОПК-1);
- 2) основные методы и типовые алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (код компетенции – ОПК-1);
- 3) основные модели теоретической механики и принципы составления и исследования математических моделей механических систем (код компетенции – ОПК-1).

### **Уметь:**

- 1) применять основные законы теоретической механики для решения классических и современных технических задач (код компетенции – ОПК-1);

2) применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач (код компетенции – ОПК-1);

3) составлять и исследовать математические и механические модели технических систем (код компетенции – ОПК-1).

#### **Владеть:**

1) методами применения основных законов теоретической механики для решения классических и современных технических задач (код компетенции – ОПК-1);

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

### **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						самостоятельной работы в
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	КР, РГР, 3Ч	4	144	32	32	–	–	1	0,5	78,65
3	КР, Э	3	108	16	16	–	–	3	0,5	72,5
Итого	–	7	252	48	48	–	–	4	1	151,15

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы, РГР – расчетно-графическая работа.

### **4.2 Содержание лекционных занятий**

#### **Очная форма обучения**

№ п\п	Темы лекционных занятий
<b>Семестр 2. Статика</b>	
1	Введение в механику. Предмет теоретической механики и содержание ее

№ п\п	Темы лекционных занятий
	разделов. Основные понятия и исходные положения статики. Абсолютно твёрдое тело. Сила. Задачи статики. Связи и их реакции. Сложение сил. Система сходящихся сил. Геометрический способ сложения сил. Равнодействующая сходящихся сил; разложение сил. Проекция силы на ось и на плоскость. Аналитический способ задания и сложения сил. Равновесие системы сходящихся сил. Решение задач статики
2	Момент силы относительно центра. Пара сил. Момент пары. Теоремы об эквивалентности и сложении пар. Приведение системы сил к центру. Условия равновесия. Теорема о параллельном переносе силы. Приведение системы сил к данному центру. Условия равновесия системы сил. Теорема о моменте равнодействующей.
3	Плоская система сил. Алгебраические моменты силы и пары. Приведение плоской системы сил к простейшему виду. Равновесие плоской системы сил. Случай параллельных сил. Равновесие систем тел. Статически определимые и статически неопределимые системы тел (конструкции). Определение внутренних усилий. Распределённые силы. Расчёт плоских ферм. Трение. Законы трения скольжения. Реакции шероховатых связей. Угол трения. Равновесие при наличии трения. Трение нити о цилиндрическую поверхность. Трение качения.
4	Пространственная система сил. Момент силы относительно оси. Вычисление главного вектора и главного момента системы сил. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду. Равновесие произвольной пространственной системы сил. Случай параллельных сил. Центр тяжести. Центр параллельных сил. Силовое поле. Центр тяжести твёрдого тела. Координаты центров тяжести однородных тел. Способы определения координат центров тяжести тел. Центры тяжести некоторых однородных тел.
<b>Семестр 2. Кинематика</b>	
5	Кинематика точки. Способы задания движения точки. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Оси естественного трёхгранника. Числовое значение скорости. Касательное и нормальное ускорения точки. Некоторые частные случаи движения точки. Графики движения, скорости и ускорения точки. Скорость и ускорение точки в полярных координатах. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Поступательное движение. Вращательное движение твёрдого тела вокруг оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Равномерное и равнопеременное вращения. Скорости и ускорения точек вращающегося тела.
6	Плоскопараллельное движение твёрдого тела. Уравнения плоскопараллельного движения. Разложение движения на поступательное и вращательное. Определение траекторий точек плоской фигуры. Определение скоростей точек плоской фигуры. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Определение ускорений точек плоской фигуры. Мгно-

№ п\п	Темы лекционных занятий
	венный центр ускорений.
7	Движение твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Кинематические уравнения Эйлера. Скорости и ускорения точек тела. Общий случай движения свободного твёрдого тела. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса).
8	Сложное движение твёрдого тела. Сложение поступательных движений. Сложение вращений вокруг двух параллельных осей. Цилиндрические зубчатые передачи. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.
<b>Семестр 2 Динамика</b>	
9	Введение в динамику. Законы динамики. Основные понятия и определения. Задачи динамики материальной точки. Основные виды сил. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Решение первой задачи динамики (определение сил по заданному движению).
10	Решение основной задачи динамики при прямолинейном движении точки. Падение тела в сопротивляющейся среде (в воздухе). Решение основной задачи динамики при криволинейном движении точки.
11	Общие теоремы динамики точки. Количество движения точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки. Теорема об изменении момента количества движения точки (теорема моментов).
12	Работа силы. Мощность. Примеры вычисления работы. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
13	Несвободное движение точки. Относительное движение точки.
14	Прямолинейные колебания точки. Свободные колебания без учёта сил сопротивления. Свободные колебания при вязком сопротивлении (затухающие колебания). Вынужденные колебания. Резонанс.
15	Введение в динамику системы. Моменты инерции. Механическая система. Силы внешние и внутренние. Масса системы. Центр масс. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции. Моменты инерции тела относительно параллельных осей. Теорема Гюйгенса. Дифференциальные уравнения движения системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс.
16	Количество движения системы. Теорема об изменении количества движения системы. Закон сохранения количества движения. Приложение теоремы к движению жидкости (газа). Тело переменной массы. Движение ракеты.
<b>Семестр 3. Динамика</b>	
17	Главный момент количеств движения системы. Теорема об изменении главного момента количеств движения системы. Закон сохранения главного момента количеств движения. Приложение теоремы моментов к движению жидкости (газа). Условия равновесия механической системы.
18	Кинетическая энергия системы. Некоторые случаи вычисления работы.

№ п/п	Темы лекционных занятий
	Теорема об изменении кинетической энергии системы. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.
19	Приложение общих теорем к динамике твёрдого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Физический маятник. Математический маятник. Плоскопараллельное движение твёрдого тела.
20	Элементарная теория гироскопа. Движение твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Движение свободного твёрдого тела. Принцип Даламбера для точки и механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции.
21	Классификация связей. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип возможных перемещений.
22	Общее уравнение динамики. Обобщённые координаты и обобщённые скорости. Обобщённые силы. Уравнения равновесия системы в обобщённых координатах. Уравнения Лагранжа.
23	Понятие об устойчивости равновесия. Малые свободные колебания системы с одной степенью свободы. Малые затухающие и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Малые свободные колебания с двумя степенями свободы.
24	Элементарная теория удара. Основное уравнение теории удара. Общие теоремы теории удара. Коэффициент восстановления при ударе. Удар тела о неподвижную преграду. Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при неупругом ударе двух тел. Теорема Карно. Удар по вращающемуся телу. Центр удара.

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

#### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>Семестр 2 Статика</b>	
1	Проецирование сил. Сложение и вычитание сил. Равновесие сходящейся системы сил в плоскости и в пространстве.
2	Моменты. Равновесие плоской системы сил. Равновесие систем тел.
3	Пространственная система сил. Условия равновесия.
4	Условия равновесия при наличии трения покоя и трения качения. Определение положения центра масс плоской фигуры.
<b>Семестр 2. Кинематика</b>	
5	Способы задания движения. Определение скорости и ускорения точки.
6	Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси.
7	Плоское движение тела. Скорости и ускорения точек твердого тела.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
	Сферическое движение твёрдого тела. Скорости точек тела.
8	Кинематика сложного движения точки.
<b>Семестр 2. Динамика</b>	
9	Решение первой задачи динамики и второй задачи динамики при прямолинейном движении материальной точки. Зависимость силы от времени, скорости, координаты. Криволинейное движение точки.
10	Решение основной задачи динамики при прямолинейном движении точки. Падение тела в сопротивляющейся среде (в воздухе). Решение основной задачи динамики при криволинейном движении точки.
11	Общие теоремы динамики точки. Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении кинетического момента.
12	Теорема об изменении кинетической энергии точки.
13	Несвободное и относительное движения точки.
14	Прямолинейные колебания точки. Свободные, затухающие и вынужденные колебания.
15	Масса системы. Центр масс. Момент инерции тела относительно оси. Дифференциальные уравнения движения системы. Теорема о движении центра масс системы. Закон сохранения движения центра масс.
16	Теорема о движении центра масс системы. Теорема об изменении количества движения системы. Приложение к движению жидкости (газа).
<b>Семестр 3 Динамика. Аналитическая механика</b>	
17	Теорема об изменении момента количества движения системы. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Смешанные
18	задачи. Динамика твёрдого тела. Применение общих теорем. Задачи на сферическое движение.
19	Плоскопараллельное движение твёрдого тела. элементарная теория гироскопа. Движение твёрдого тела вокруг неподвижной точки.
20	Принцип Даламбера для точки и механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела.
21	Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.
22	Уравнения равновесия системы в обобщённых координатах. Уравнения Лагранжа.
23	Понятие об устойчивости равновесия. Малые свободные колебания системы с одной степенью свободы.
24	Элементарная теория удара. Удар тела о неподвижную преграду. Прямой центральный удар двух тел. Удар по вращающемуся телу.

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>Семестр 2 Статика. Кинематика. Динамика</b>	
1	Решение и защита домашних и индивидуальных задач
2	Работа с программами–тренажерами по кинематике, статике и динамике
3	Самостоятельная работа по статике, кинематике и динамике точки
4	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
5	Выполнение расчётно-графической работы по статике
6	Выполнение курсовой работы по кинематике
7	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<b>Семестр 3 Динамика. Аналитическая механика</b>	
8	Решение и защита домашних и индивидуальных задач
9	Работа с программами–тренажерами по динамике
10	Самостоятельная работа по динамике и аналитической механике
11	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
12	Выполнение курсовой работы по динамике
13	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

##### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>2 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	5

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
	кон- троль	Работа на практических занятиях	5
		Работа с программами–тренажерами	10
		Выполнение расчетно-графической работы по разделу "Статика"	10
		ИТОГО	30
	Второй рубеж- ный кон- троль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Работа с программами–тренажерами	10
		Выполнение курсовой работы по разделу "Кинематика"	10
		ИТОГО	30
Промежу- точная атте- стация	Дифференцированный зачет		40 (100*)
3 семестр			
Текущий контроль успеваемо- сти	Первый рубеж- ный кон- троль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение курсовой работы	10
		Работа с программами–тренажерами	5
		ИТОГО	30
	Второй рубеж- ный кон- троль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение курсовой работы	10
		Работа с программами–тренажерами	10
		ИТОГО	30
Промежу- точная атте- стация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

\*) В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости.

### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки
---	--------

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуются:

аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном и персональным компьютером с сенсорным монитором (технология Wacom) или активной электронной доской – при проведении лекционных и практических занятий;

компьютерный класс – при проведении практических и самостоятельных занятий.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Бертяев В.Д. Теоретическая механика электронный интерактивный курс: Учеб. Пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. – 396с. <https://tsutula.bibliotech.ru/>

2. Курс теоретической механики: учебник для вузов/ В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин [и др.]; под ред. К.С. Колесникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 736 с. (Механика в техническом университете, т.1) 121 экз.

3. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: учеб. пособие для вузов. / под ред.: Пальмова, Д.Р. Меркина, 50-е изд. стер. – СПб. и др. Лань, 2010. -448 с. 366 экз.

4. Курсовые работы по теоретической механике с использованием Mathcad: учебное пособие. / В.Д. Бертяев и др., изд. 2-е, перераб. и доп. Тула: Изд-во ТулГУ, 2015, 320 с. <https://tsutula.bibliotech.ru/>

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики: в 2-х т.: учебник для вузов/ Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб: Лань. 2004.-736 с. 78 экз.
2. Краткий курс теоретической механики: учебник для вузов / В.Д Бертяев и др. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 198 с. 100 экз.
3. Бертяев В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad: практикум: учеб. пособие для вузов. СПб.: БХВ – Петербург, 2005. -752 с.: ил. 487 экз.
4. Учебно-методический комплекс по теоретической механике (Сборник задач): учебное пособие / В.Д. Бертяев и др., - Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. 564 с.: ил. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
5. Учебно-методический комплекс по теоретической механике (тесты по статике и кинематике): учебное пособие / Бертяев В.Д., Латышев В.И., Митяев А.Г. - Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. 563 с.: ил. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
6. Учебно-методический комплекс по теоретической механике (тесты по динамике и аналитической механике): учебное пособие / Бертяев В.Д Латышев В.И., Митяев А.Г. ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. 750 с.: ил. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
7. ЭВМ в курсе теоретической механики. Применение вычислительной техники в учебном процессе: учебное пособие. / В.Д. Бертяев и др., Тула, ТулГУ, 2005, 236 с. <https://tsutula.bibliotech.ru/>

### **7.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Вестник Российской академии наук.  
[http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
2. Журнал «Прикладная математика и механика».  
[http://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
3. Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ" <https://tsutula.bibliotech.ru/>
4. Научная библиотека ТулГУ: <http://library.tsu.tula.ru/news/news.htm>

### **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

#### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Пакет офисных приложений "Мой офис"или MS Office.
2. Пакеты прикладных программ Mathcad или аналоги (S-Math Studio, Maple, Mat LAB, Mathematica),
3. Программы-тренажеры по статике, кинематике, динамике.
4. Программа для проведения тестирования.

#### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.