

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Направление/специальность подготовки	17.05.01 Боеприпасы и взрыватели
Специализация/профиль/программа подготовки	Взрыватели
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	3	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	зач.
2	4	4	144	68	34	0	34	76	0	18	58	экз.
ВСЕГО		7	252	136	68	0	68	116	0	18	98	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**17.05.01 Боеприпасы и взрыватели**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Дмитриев Никита Николаевич, к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**

Заведующий кафедрой Кэрт Б.Э., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — способность самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

*знания:*

круга явлений, связанных с механической формой движения материи;  
роли теоретической механики в народном хозяйстве, науке и производстве, при теоретических и экспериментальных исследованиях;  
роли теоретической механики в современной научно-технической системе знаний как одной из основ развития техники;  
теоретических основ механики;  
понятия состояния в классической механике;  
основных законов механического движения;  
основных законов механики, законов сохранения, инерциальных и неинерциальных систем отсчета, кинематики и динамики твердого тела;  
методов исследования движения механических систем;;

*умения:*

применять методы построения расчетных моделей и методы исследования движения механических систем;  
применять методы описания движения точки и твердого тела, составлять дифференциальные уравнения движения точки и твердого тела;;

*навыки:*

использовать математические методы в технических приложениях;  
применять средства математического анализа и вычислительной техники для исследования механических явлений;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-2
2	3	<b>Раздел 1. Статика.</b> 1.1 Введение в статику твердого тела Статика - раздел теоретической механики. Задачи статики. Твердое тело, сила, системы сил, эквивалентные системы сил, уравновешенная система сил, равнодействующая. Начала (аксиомы) статики. Момент силы относительно точки и относительно оси, связь между ними. Главный вектор и главный момент системы сил, их скалярное произведение как инвариант. Простейшие статические преобразования над силами. Основная теорема статики. 1.2 Уравновешенная система сил Необходимые и достаточные условия равновесия системы сил. Частные случаи равновесия. Связи, аксиомы о связях, реакции связей. Равновесие твердого тела с закрепленной точкой и с закрепленной осью. Трение скольжения и качения. зависимость трение-скорость. Трение покоя. Зависимость предельного значения силы трения покоя от времени неподвижного контакта и скорости нагружения. Равновесие при наличии трения 1.3 Неуравновешенные системы сил Необходимое и достаточное условие существования равнодействующей. Пара сил. Статические преобразования над парами. Преобразования произвольной системы сил к эквивалентной ей простейшей системе сил. 1.4 Центр тяжести Понятие центра тяжести. Общие формулы для вычисления положения центра тяжести. Нахождение центра тяжести методом разбиения. Центр тяжести симметричных тел и тела вращения. Теоремы Гульдина. Примеры.	34	18	12	6	16	25
2	3	<b>Раздел 2. Кинематика.</b> 2.1 Введение в кинематику. Кинематика точки Кинематика - раздел теоретической механики. Механическое движение как одна из форм движения материи. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Система отсчета. Задачи кинематики. Кинематика точки. Точка, траектория точки. Способы задания положения и движения точки: векторный, координатный (включая декартовы и криволинейные координаты), траекторный и связь между ними Вектор перемещения точки. Скорость точки, ее определение и вычисление при различных способах задания движения. Ускорение точки, его определение и вычисление при различных способах задания движения. 2.2 Кинематика твердого тела. Основные понятия Абсолютно твердое тело. Задание положения и движения твердого тела. Неподвижная и связанная системы координат. Число степеней свободы. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела, их единственность и независимость от выбора связанной системы координат. Скорость и ускорение произвольной точки твердого тела. 2.3 Кинематика поступательного движения твердого тела Поступательное движение твердого тела. Число степеней свободы. Кинематические уравнения движения. Скорость и ускорение точек тела. 2.4 Вращение твердого тела около неподвижной оси Определение движения. Число степеней свободы. Кинематическое уравнение движения. Траектория точки твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Скорость и ускорение точек твердого тела. 2.5 Плоскопараллельное движение твердого тела Плоскопараллельное движение твердого тела. Число степеней свободы. Кинематические уравнения движения. угловая скорость и угловое ускорение. Скорость и ускорение точек плоской фигуры (метод полюса). Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Понятие о мгновенном центре ускорений. 2.6 Вращение твердого тела около неподвижной точки Вращение твердого тела около неподвижной точки (сферическое движение). Число степеней свободы. Углы Эйлера, Крылова и кинематические уравнения движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорость и ускорение точек тела. Регулярная прецессия. Другие способы задания движения. 2.7 Общий случай движения твердого тела Задание положения и движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Скорость и ускорение точек тела. 2.8 Кинематика сложения движений точки Абсолютное, относительное и переносное движение точки. Теорема сложения скоростей и ускорений. Ускорение Кориолиса. 2.9 Кинематика сложения движений твердого тела Теорема сложения угловых скоростей. Сложение вращений вокруг пересекающихся и параллельных осей, пара вращений. Теорема сложения угловых ускорений.	48	32	12	20	16	25
2	3	<b>Раздел 3. Основы динамики.</b> 3.1 Введение в динамику. Динамика материальной точки Динамика - раздел теоретической механики. Материальная точка, сила, масса. Законы Ньютона. Дифференциальное уравнение движения материальной точки. Прямая и обратная задачи динамики точки. Динамические уравнения движения материальной точки по неподвижной поверхности. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в траекторных координатах. Уравнения динамики точки при движении ее по неподвижной кривой. Динамика относительного движения точки. Динамическая теорема Кориолиса. Переносная и Кориолисова силы инерции. Примеры: закон Бэра, маятник Фуко и др. Равновесие точки на поверхности Земли. Сила тяготения и сила тяжести. Условие относительного равновесия. Невесомость.	26	18	10	8	8	10
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	68	34	34	40	60
2	4	<b>Раздел 4. Динамика.</b> 4.1 Основные теоремы динамики материальной точки Количество движения (импульс) точки. Импульс силы за промежуток времени. Дифференциальная и интегральная форма теоремы об изменении количества движения точки. Закон сохранения количества движения точки. Момент количества движения материальной точки относительно полюса. Теорема об изменении момента количества движения точки относительно неподвижного полюса. Закон сохранения момента количества движения и случаи его выполнения. Центральная сила. Кинетическая энергия материальной точки. Дифференциальная и интегральная форма теоремы об изменении кинетической энергии точки. Элементарная работа силы и работа силы на конечном перемещении. Способы вычисления работы. Силы консервативные и неконсервативные. Потенциальная (силовая) функция, свойства консервативных сил. Закон сохранения механической энергии точки. Итоги семестра. 4.2 Динамика системы материальных точек Система материальных точек. Силы внешние и внутренние. Дифференциальные уравнения движения точек системы. Центр масс системы точек и его свойства. Теорема о движении центра масс, законы сохранения скорости и положения центра масс.	144	68	34	34	76	40

	Количество движения системы, его связь с движением центра масс системы. Теорема об изменении количества движения системы, закон сохранения количества движения системы. Кинетический момент системы относительно неподвижного полюса, его связь с движением произвольной точки и центра масс. Теоремы об изменении кинетического момента системы относительно неподвижного полюса, произвольной точки и центра масс, закон сохранения кинетического момента. Кинетическая энергия системы, ее связь с движением центра масс (теорема Кёнига). Теорема об изменении кинетической энергии. Закон сохранения механической энергии системы. 4.3 Геометрия масс Понятие материального твердого тела. Принцип перехода от динамики системы к динамике твердого тела. Масса тела, плотность, центр масс тела и его свойства. Момент инерции твердого тела относительно оси. Теорема Штейнера. Радиус инерции. Осевые и центробежные моменты инерции твердого тела. Матрица моментов инерции, главные оси инерции. Момент инерции тела относительно произвольной оси, проходящей через начало координат, его связь с элементами матрицы моментов инерции. Примеры вычисления моментов инерции. 4.4 Динамика твердого тела Динамические характеристики твердого тела (количество движения, кинетический момент, кинетическая энергия), их связь с движением центра масс. Основные теоремы динамики для твердого тела. Динамические характеристики твердого тела при поступательном движении, вращении около неподвижной оси, плоскопараллельном движении, вращении около неподвижной точки и в общем случае движения. 4.5 Динамика частных случаев движения твердого тела Динамика поступательного движения и вращения тела около неподвижной оси. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела. Вращение твердого тела около неподвижной точки; динамические и кинематические уравнения Эйлера. Дифференциальные уравнения вращения тела около неподвижной точки в нормальной форме. Случай интегрируемости в задаче о вращении тяжелого тела около неподвижной точки. Дифференциальные уравнения общего случая движения твердого тела. 4.6 Элементы теории удара Явление удара и его модель, ударная сила. Основные допущения элементарной теории удара. Теоремы динамики при ударе. Удар точки о гладкую неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления, его кинематическая и динамическая интерпретации. Опытное определение коэффициента восстановления. Плоский удар без трения. Удар по телу, вращающемуся около неподвижной оси. Центр удара. 4.7 Элементы аналитической механики Связи и их классификация. Обобщенные координаты. Возможные и виртуальные перемещения, изохронное варьирование. Виртуальная работа силы. Идеальные связи. Уравнения Лагранжа первого рода. Обобщенные силы и способы их вычисления. Принцип возможных перемещений и его применение. Принцип Д'Аламбера и метод кинетостатики. Принцип Д'Аламбера-Лагранжа, общее уравнение динамики. Дифференциальные уравнения движения голономной системы в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа второго рода). Уравнения Лагранжа в случае действия консервативных сил, функция Лагранжа. Кинетическая энергия системы как функция обобщенных координат. Конструкция уравнений Лагранжа второго рода. Уравнения Лагранжа второго рода при ударе. Принцип Гамильтона-Остроградского. Обобщенный импульс. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. 4.8 Устойчивость механических систем Понятие об устойчивости системы. Подход А.М. Ляпунова. Асимптотическая устойчивость. Теорема об устойчивости по первому приближению. Устойчивость равновесия. Теоремы Лагранжа-Дирихле и Ляпунова, их применение к системам с одной и несколькими степенями свободы. Прямой метод Ляпунова. 4.9 Малые колебания систем с одной степенью свободы. Автономные консервативные системы. Инерционный и квазиупругий коэффициент. Частота и период колебаний. Амплитуда и начальная фаза. Автономные неконсервативные системы. Аперидическое и колебательное движение. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Случай гармонической возмущающей силы. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Случай периодического и произвольного возмущения.						
<b>Всего за 4 семестр</b>		144	68	34	34	76	40
<b>Всего по дисциплине</b>		252	136	68	68	116	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Статика.	Равновесие системы тел.	2
2		Равновесие произвольной системы сил. Реакции связей.	2
3		Равновесие плоской системы сил. Равновесие при наличии трения.	2
4	Раздел 2. Кинематика.	Кинематика точки.	4
5		Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости.	4
6		Плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения.	4
7		Кинематика вращения тела около неподвижной точки.	4
8		Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одно относительно другой.	4
9	Раздел 3. Основы динамики.	Динамика материальной точки.	8
Всего за 3 семестр			34
10	Раздел 4. Динамика.	Уравнения Лагранжа второго рода.	8
11		Теоремы о движении центра масс и об изменении количества движения системы.	6
12		Теорема об изменении кинетического момента системы.	6
13		Теорема об изменении кинетической энергии системы.	8
14		Принцип возможных перемещений.	6
Всего за 4 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Статика.	Самостоятельное изучение теории: центр тяжести.	2
2		Самостоятельное изучение теории: неуравновешенные системы сил.	2
3		Самостоятельное изучение теории: уравновешенная система сил.	2
4		Расчётно-графическая работа № 1 "Равновесие пространственной системы сил".	2
5		Расчётно-графическая работа № 2 " Равновесие сочленённых тел".	2
6		Домашнее задание № 1 "Равновесие произвольной системы сил".	2
7		Домашнее задание № 2 "Равновесие плоской системы сил".	2
8		Домашнее задание № 3 "Равновесие системы сил".	2
9	Раздел 2. Кинематика.	Расчётно-графическая работа № 4 "Плоскопараллельное движение твёрдого тела".	1
10		Расчётно-графическая работа № 5 "Вращательное движение твёрдого тела около неподвижного полюса".	1
11		Расчётно-графическая работа № 6 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой".	1
12		Домашнее задание № 4 "Кинематика точки".	1
13		Самостоятельное изучение теории: кинематика точки.	1
14		Самостоятельное изучение теории: плоскопараллельное движение твердого тела.	2
15		Самостоятельное изучение теории: вращение твердого тела около неподвижной точки.	1
16		Домашнее задание № 8 "Кинематика сложения движений точки".	1
17		Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений точки.	1
18		Расчётно-графическая работа № 3 "Кинематика точки".	1
19		Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений твердого тела.	2
20		Домашнее задание № 5 "Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости".	1
21		Домашнее задание № 6 "Плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения".	1
22		Домашнее задание № 7 "Кинематика вращения тела около неподвижной точки".	1
23	Раздел 3. Основы динамики.	Самостоятельное изучение теории: динамика материальной точки.	2
24		Домашнее задание № 9 "Динамика материальной точки".	3
25		Расчётно-графическая работа № 7 "Динамика относительного движения материальной точки".	3
Всего за 3 семестр			40
26	Раздел 4. Динамика.	Расчётно-графическая работа № 8 "Основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твердого тела".	5
27		Расчётно-графическая работа № 9 "Составление дифференциальных уравнений движения несвободной системы тел с помощью аппарата уравнений Лагранжа второго рода".	5
28		Домашнее задание № 10 "Теоремы динамики механической системы".	6
29		Домашнее задание № 11 "Принцип возможных перемещений".	6
30		Домашнее задание № 12 "Уравнения Лагранжа второго рода".	5
31		Самостоятельное изучение теории: динамика системы материальных точек.	6
32		Самостоятельное изучение теории: геометрия масс.	4
33		Самостоятельное изучение теории: динамика твердого тела.	4



34	Самостоятельное изучение теории: элементы теории удара.	5
35	Самостоятельное изучение теории: элементы аналитической механики.	4
36	Самостоятельное изучение теории: устойчивость механических систем.	4
37	Самостоятельное изучение теории: малые колебания систем с одной степенью свободы.	4
38	Выполнение курсовой работы.	18
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>76</b>

### 3.4. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Подготовка и согласование задания	1 - 2	1
Этап 2. Изучение технической литературы и документации по теме работы	3 - 4	4
Этап 3. Выполнение расчётов	5 - 7	5
Этап 4. Подготовка рукописи пояснительной записки	8 - 9	2
Этап 5. Согласование текста пояснительной записки с руководителем и подготовка ее электронной версии	10 - 11	1
Этап 6. Разработка графической части курсовой работы	12 - 13	2
Этап 7. Комплектование текстовой и графической частей пояснительной записки	14 - 15	2
Этап 8. Подготовка к защите курсовой работы	16 - 17	1
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>18</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>3</b>			ДЗ	РГР	ДЗ	ДР	РГР		ДЗ	ДР	РГР	РГР	РГР	ДЗ	РГР	ДР	Вопр. Зач, зач.
<b>4</b>				ДЗ	РГР	ДР	ДЗ		РГР	ДР			ДЗ		РГР	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- РГР – расчетно-графическая работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Кинематика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
2. . Статика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
3. А. Л. Илхменев. . Олимпиадные задачи по статике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 125 экз.
4. А. Л. Илхменев. . Сборник задач по кинематике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 126 экз.
5. А. Л. Илхменев. . Сборник задач по динамике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 131 экз.
6. Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. . Механика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
7. Г. Т. Алдошин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория колебаний. Ч. 1 Линейные колебания. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
8. Г. Т. Алдошин, Н. Н. Дмитриев, А. Л. Илхменев. . Динамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 260 экз.
9. И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике. СПб.: Лань, 2006, 699 экз.
10. М. А. Айзерман. . Классическая механика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005, 307 экз.
11. Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 1 Статика и кинематика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 100 экз.
12. Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 2 Динамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 65 экз.
13. Н. Н. Бухгольц. Основной курс теоретической механики. Ч. 1 Кинематика, статика, динамика материальной точки. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 102 экз.
14. Н. Н. Бухгольц. Основной курс теоретической механики. Ч. 2 Динамика системы материальных точек. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, 102 экз.
15. Н. Н. Никитин. . Курс теоретической механики. М.: Высш. шк., 1990, 85 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики. Т. I Статика и кинематика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1982, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-ЕBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *17.05.01 Боеприпасы и взрыватели*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ОПК-2 способность самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных законов механического движения, методов построения расчетных моделей и методов исследования движения механических систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **7 з.е., 252 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**116 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 116 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Статика.</b>		
Самостоятельное изучение теории: центр тяжести.	Н. Н. Никитин. . Курс теоретической механики: М.: Высш. шк., 1990 (Выборочно по разделам)	2
Самостоятельное изучение теории: неуравновешенные системы сил.	Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 1 Статика и кинематика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 1-8)	2
Самостоятельное изучение теории: уравновешенная система сил.	. Статика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Работы 2-4)	2
Расчётно-графическая работа № 1 "Равновесие пространственной системы сил".	А. Л. Илехменев. . Олимпиадные задачи по статике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (Выборочно по разделам)	2
Расчётно-графическая работа № 2 "Равновесие сочленённых тел".	И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 1-2)	2
Домашнее задание № 1 "Равновесие произвольной системы сил".	Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики. Т. I Статика и кинематика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1982 (Выборочно по разделам)	2
Домашнее задание № 2 "Равновесие плоской системы сил".		2
Домашнее задание № 3 "Равновесие системы сил".		2
Итого по разделу 1		16
<b>Раздел 2. Кинематика.</b>		
Расчётно-графическая работа № 4 "Плоскопараллельное движение твёрдого тела".	М. А. Айзерман. . Классическая механика: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005 (Выборочно по разделам)	1
Расчётно-графическая работа № 5 "Вращательное движение твёрдого тела около неподвижного полюса".	А. Л. Илехменев. . Сборник задач по кинематике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Выборочно по разделам)	1
Расчётно-графическая работа № 6 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой".	. Кинематика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Работы 3-4)	1
Домашнее задание № 4 "Кинематика точки".	И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 3-7)	1
Самостоятельное изучение теории: кинематика точки.	Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 1 Статика и кинематика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 9-14)	1
Самостоятельное изучение теории: плоскопараллельное движение твердого тела.	Н. Н. Бухгольц. Основной курс теоретической механики. Ч. 1 Кинематика, статика, динамика материальной точки: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Выборочно по разделам)	2
Самостоятельное изучение теории: вращение твердого тела около		1

неподвижной точки.		
Домашнее задание № 8 "Кинематика сложения движений точки".		1
Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений точки.		1
Расчётно-графическая работа № 3 "Кинематика точки".		1
Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений твердого тела.		2
Домашнее задание № 5 "Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости".		1
Домашнее задание № 6 "Плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения".		1
Домашнее задание № 7 "Кинематика вращения тела около неподвижной точки".		1
Итого по разделу 2		16
<b>Раздел 3. Основы динамики.</b>		
Самостоятельное изучение теории: динамика материальной точки.	А. Л. Илехменев. . Сборник задач по динамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (Выборочно по разделам) И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 9-10) Г. Т. Алдошин, Н. Н. Дмитриев, А. Л. Илехменев. . Динамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Работа 3)	2
Домашнее задание № 9 "Динамика материальной точки".	Г. А. Бугаенко, В. В. Маланин, В. И. Яковлев. . Механика: Москва: Юрайт, 2020 (Выборочно по разделам)	3
Расчётно-графическая работа № 7 "Динамика относительного движения материальной точки".	Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 2 Динамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 1-3, 6-10, 12) Н. Н. Бухгольц. Основной курс теоретической механики. Ч. 2 Динамика системы материальных точек: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (Выборочно по разделам)	3
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Динамика.</b>		
Расчётно-графическая работа № 8 "Основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твердого тела".	И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 9-13) Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 2 Динамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 1-20)	5
Расчётно-графическая работа № 9 "Составление дифференциальных уравнений движения несвободной системы тел с помощью аппарата уравнений Лагранжа второго рода".	Г. Т. Алдошин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория колебаний. Ч. 1 Линейные колебания: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Все главы)	5
Домашнее задание № 10 "Теоремы динамики механической системы".		6
Домашнее задание № 11 "Принцип возможных перемещений".		6
Домашнее задание № 12 "Уравнения Лагранжа второго рода".		5
Самостоятельное изучение теории: динамика системы материальных точек.		6

Самостоятельное изучение теории: геометрия масс.	4
Самостоятельное изучение теории: динамика твердого тела.	4
Самостоятельное изучение теории: элементы теории удара.	5
Самостоятельное изучение теории: элементы аналитической механики.	4
Самостоятельное изучение теории: устойчивость механических систем.	4
Самостоятельное изучение теории: малые колебания систем с одной степенью свободы.	4
Выполнение курсовой работы.	18
Итого по разделу 4	76



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- расчетно-графическая работа;
- вопросы к зачету;
- вопросы к экзамену;
- зачет;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Домашнее задание

Перечень тем домашних заданий:

- равновесие произвольной системы сил;
- равновесие плоской системы сил;
- равновесие системы тел;
- кинематика точки;
- плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости;
- плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения;
- кинематика вращения тела около неподвижной точки;
- кинематика сложения движений точки;
- динамика материальной точки;
- теоремы динамики механической системы;
- принцип возможных перемещений;
- уравнения Лагранжа второго рода.

Решения домашних заданий (12 ДЗ) представляются в печатной или рукописной форме. Оценивается правильность представленного решения.

Задачи, решаемые студентом при выполнении работы: определение параметров задачи, постановка задачи и построение механико-математической модели, выбор метода решения, выполнение расчетов, анализ результатов.

#### Расчетно-графическая работа

Темы расчётно-графических работ:

- равновесие сочлененных тел;
- равновесие пространственной системы сил;
- кинематика точки;
- вращательное движение тела около неподвижного полюса;
- плоскопараллельное движение твердого тела;
- движение точки относительно двух систем отсчета, перемещающихся одна относительно другой;
- динамика относительного движения материальной точки;
- основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твердого тела;
- составление дифференциальных уравнений движения несвободной системы тел с помощью аппарата уравнений Лагранжа второго рода.

Решения расчётно-графических работ представляются в печатной или рукописной форме (9 РГР). Оцениваются: правильность и аккуратность представленного решения, уровень владения студентом материала по теме соответствующей работы.

Задачи, решаемые студентом при выполнении работы: определение параметров задачи, постановка задачи и построение механико-математической модели, выбор метода решения, выполнение расчетов, анализ результатов.

### **Вопросы к зачету**

Перечень вопросов к зачёту приведён в материалах учебно-методического комплекса.

### **Вопросы к экзамену**

Перечень вопросов к экзамену приведён в материалах учебно-методического комплекса.

### **Зачет**

Процедура проведения зачёта включает выбор билета, подготовку к сообщениям по вопросам, сформулированным в билете, устному выступлению и ответу на дополнительные вопросы преподавателя по теме билета. Билет содержит 3 вопроса, время подготовки 1 академический час.

Для получения зачёта необходимо ответить на вопросы билета, а также дополнительные вопросы преподавателя: при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий, однако ответы должны быть даны по существу вопроса.

Билеты формируются на основе перечня вопросов, приведенных в УМК по дисциплине.

Оценка качества подготовки обучающихся осуществляется преподавателем с учетом следующих факторов:

- соответствие содержания ответа теме, указанной в билете;
- логичность и последовательность в изложении материала;
- корректное изложение основных положений, их теоретическое обоснование и объяснение;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, умение извлекать информацию, соответствующую поставленной задаче;
- обоснованность выводов.

По решению преподавателя основанием для получения зачёта является успешное и своевременное прохождение обучающимися всех видов контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

### **Экзамен**

Экзаменационная оценка выставляется в зависимости от уровня владения теоретическим материалом и умения его применения при решении задач. Билет содержит 3 вопроса, время подготовки 1 академический час.

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

- «отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;
- «хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;
- «удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий;
- «неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-2		
2	3	Раздел 1. Статика.	34	18	12	6	16	25	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету	
2	3	Раздел 2. Кинематика.	48	32	12	20	16	25	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету	
2	3	Раздел 3. Основы динамики.	26	18	10	8	8	10	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету	
Всего за 3 семестр			108	68	34	34	40	60		
2	4	Раздел 4. Динамика.	144	68	34	34	76	40	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к экзамену	
Всего за 4 семестр			144	68	34	34	76	40		
Всего по дисциплине			252	136	68	68	116	100		

## Критерии оценивания

### ОПК-2

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Дать определение момента относительно точки. При каких условиях этот момент равен нулю? (Сила приложена в точке А, не совпадающей с центром О)
- № 2 Какая реакция действует на тело со стороны шарового шарнира?
- № 3 Какие реакции возникают при жесткой заделке балки, действующие на балку со стороны закрепления?
- № 4 Какие основные свойства имеет центр тяжести твердого тела?
- № 5 Чем характеризуется аналитическое задание силы?
- № 6 Сформулировать основную теорему статики
- № 7 Для чего служит метод преобразования произвольной пространственной системы сил, связанный с именем Пуансо (теорема Пуансо)
- № 8 Что такое пара сил и чему равен ее момент?
- № 9 Как убедиться, что к некоторому объекту приложена сила?

- № 10 Следствием какой аксиомы статики является возможность перемещения силы вдоль прямой, на которой она находится, без изменения ее статического действия?

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Диск радиуса  $R=10$  см вращается вокруг оси симметрии, перпендикулярной плоскости диска, по закону  $\varphi=2+t^3$  (рад). Касательное ускорение точки обода диска в момент времени  $t=3$  с равно ( $\text{см/с}^2$ ) ...

30

150

180

200

- № 2 На свободную материальную точку массы  $m=1$  кг действует, кроме силы тяжести (ускорение свободного падения принять  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ ) направленная вертикально вверх сила  $F=9,8$  Н. Если в начальный момент времени точка находилась в покое, то в этом случае она будет:

двигаться ускоренно вниз

находиться в покое

двигаться равномерно вверх

двигаться равноускоренно вверх

№ 3 Система состоит из двух материальных точек, масса каждой из них равна  $m$ , скорость первой равна  $\vec{V}$ , а второй  $-\vec{V}$ . Модуль количества движения системы равен ...

$2mV$

0

$mV$

$mV\sqrt{2}$

№ 4 Движение точки по известной траектории задано уравнением  $s=2-t+2t^3$  (м). Скорость точки  $V$  в момент времени  $t=1$  с равна... (м/с)

7

5

3

1

№ 5 Движение точки задано уравнением  $\vec{r}=4\vec{k}_1+\sin t \vec{k}_2+3t\vec{k}_3$ . Ускорение точки направлено ...

- перпендикулярно оси  $Oy$

- перпендикулярно плоскости  $Oyz$

- параллельно плоскости  $Oxz$

- параллельно оси  $Oy$

№ 6 Жесткость линейно-упругой пружины  $c=600$  Н/м, длина недеформированной пружины  $l_0=20$  см, начальная длина пружины  $l_1=20$  см, конечная длина пружины  $l_2=30$  см. Работа, совершаемая силой упругости пружины при изменении длины от начального до конечного значения, равна (Дж) ...

6

60

-30

-3

№ 7 Колесо радиуса  $R$ , масса которого  $m$  равномерно распределена по его ободу,

катится по рельсам без проскальзывания, имея скорость центра масс  $V$ .  
Кинетическая энергия колеса равна ...

$$2mV^2$$

$$(mV^2)^2$$

$$(3mV^2)^4$$

$$mV^2$$

- № 8 Материальная точка массой  $m=2$  кг движется по криволинейной траектории из точки  $M_1$  в точку  $M_2$  под действием системы сил. Если известно, что скорость точки в положении  $M_1$  равна  $V_1=2$  м/с, а работа равнодействующей всех сил, действующих на точку на перемещении  $M_1 M_2$ , равна  $A = 5$  Дж, то скорость точки в положении  $M_2$  равна ... м/с

$$2$$

$$4,3$$

$$3,7$$

$$3$$

- № 9 Механическая система совершает колебания, описываемые уравнением  $q=8\sin 6t+5\cos 6t$ . Дифференциальное уравнение движения этой системы имеет вид...

$$\ddot{q}+25q=0$$

$$\ddot{q}+64q=0$$

$$\ddot{q}+49q=0$$

$$\ddot{q}+36q=0$$

- № 10 Колебательное движение груза, подвешенного к пружине, описывается дифференциальным уравнением  $\ddot{x}+20x=0$ . Коэффициент жёсткости пружины равен  $c = 80$  Н/м. Масса подвешенного груза равна...(кг)

$$1600$$

$$4$$

$$20$$

$$60$$