

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления беспилотными летательными аппаратами
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЁТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
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	51	17	0	34	57	0	0	57	зач.
2	4	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	экз.
ВСЕГО		6	216	119	51	0	68	97	0	0	97	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.06 Системы управления летательными аппаратами**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Сансиев Василий Георгиевич, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

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

Заведующий кафедрой Филимон С.В., к.т.н.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **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-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-1**

*знания:*

роль теоретической механики в современной научно-технической системе знаний как одной из основ развития техники;

способы описания движения точки и твердого тела, дифференциальные уравнения движения точки и твердого тела;

*умения:*

применять средства математического анализа и вычислительной техники для исследования механических явлений;

*навыки:*

использовать математические методов в технических приложениях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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-1
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.	28	15	6	9	13	15
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.	64	26	6	20	38	20
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.	16	10	5	5	6	25
<b>Всего за 3 семестр</b>			108	51	17	34	57	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.	108	68	34	34	40	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>		108	68	34	34	40	40
<b>Всего по дисциплине</b>		216	119	51	68	97	100

### 3.2. Аудиторный практикум

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

	системы.	
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>34</b>

### 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: уравновешенная система сил.	1
2		Самостоятельное изучение теории: неуравновешенные системы сил.	1
3		Самостоятельное изучение теории: центр тяжести.	1
4		Домашнее задание № 3 "Равновесие системы сил".	2
5		Расчётно-графическая работа № 1 "Равновесие пространственной системы сил".	2
6		Расчётно-графическая работа № 2 " Равновесие сочленённых тел".	2
7		Домашнее задание № 1 "Равновесие произвольной системы сил".	2
8		Домашнее задание № 2 "Равновесие плоской системы сил".	2
9	Раздел 2. Кинематика.	Домашнее задание № 5 "Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости".	3
10		Самостоятельное изучение теории: вращение твердого тела около неподвижной точки.	1
11		Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений точки.	1
12		Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений твердого тела.	1
13		Самостоятельное изучение теории: кинематика точки.	1
14		Самостоятельное изучение теории: плоскопараллельное движение твердого тела.	1
15		Домашнее задание № 8 "Кинематика сложения движений точки".	4
16		Домашнее задание № 6 "Плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения".	4
17		Расчётно-графическая работа № 3 "Кинематика точки".	4
18		Расчётно-графическая работа № 4 "Плоскопараллельное движение твёрдого тела".	4
19		Расчётно-графическая работа № 5 "Вращательное движение твёрдого тела около неподвижного полюса".	4
20		Расчётно-графическая работа № 6 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой".	4
21		Домашнее задание № 4 "Кинематика точки".	3
22		Домашнее задание № 7 "Кинематика вращения тела около неподвижной точки".	3
23	Раздел 3. Основы динамики.	Расчётно-графическая работа № 7 "Динамика относительного движения материальной точки".	2
24		Самостоятельное изучение теории: динамика материальной точки.	1
25		Домашнее задание № 9 "Динамика материальной точки".	3
Всего за 3 семестр			57
26	Раздел 4. Динамика.	Самостоятельное изучение теории: устойчивость механических систем.	3
27		Самостоятельное изучение теории: малые колебания систем с одной степенью свободы.	2
28		Домашнее задание № 11 "Принцип возможных перемещений".	4
29		Расчётно-графическая работа № 8 "Основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твердого тела".	4
30		Расчётно-графическая работа № 9 "Составление дифференциальных уравнений движения несвободной системы тел с помощью аппарата уравнений Лагранжа второго рода".	4
31		Домашнее задание № 10 "Теоремы динамики механической	4



	системы".	
32	Самостоятельное изучение теории: элементы теории удара.	3
33	Самостоятельное изучение теории: элементы аналитической механики.	3
34	Домашнее задание № 12 "Уравнения Лагранжа второго рода".	4
35	Самостоятельное изучение теории: динамика системы материальных точек.	3
36	Самостоятельное изучение теории: геометрия масс.	3
37	Самостоятельное изучение теории: динамика твердого тела.	3
<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>40</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
3		ДЗ	РГР	ДЗ	РГР	ДР	ДЗ		РГР	ДР	ДЗ	РГР	ДЗ	РГР		ДР	Вопр. Зач, зач.
4		РГР		ДЗ	РГР	ДР			ДЗ	ДР		РГР		ДЗ		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, 423 экз.
2. . Статика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 380 экз.
3. А. Л. Илихменев. . Олимпиадные задачи по статике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 125 экз.
4. А. Л. Илихменев. . Сборник задач по кинематике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 126 экз.
5. А. Л. Илихменев. . Сборник задач по динамике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 131 экз.
6. Г. Т. Алдошин. Статика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 125 экз.
7. Г. Т. Алдошин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория колебаний. Ч. 1 Линейные колебания. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 300 экз.
8. Г. Т. Алдошин, Н. Н. Дмитриев, А. Л. Илихменев. . 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. 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.
11. Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 2 Динамика. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 65 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Деформация и разрушение материалов;
2. Естественные и технические науки;
3. Проблемы машиностроения и автоматизации.

### 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-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
6. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
7. <https://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### 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:

1. PTC Mathcad Prime 5.0;
2. DjVuReader;
3. Google Chrome;
4. WPS Office;
5. Microsoft Office.

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:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. PTC Mathcad Prime 5.0;
4. DjVuReader;
5. Google Chrome;
6. WPS Office;
7. Microsoft Office.

### **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 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*. 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-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности.

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 **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**97 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 119 ч. аудиторных занятий, и 97 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.
Раздел 1. Статика.		
Самостоятельное изучение теории: уравновешенная система сил.	А. Л. Илихменев. . Олимпиадные задачи по статике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (выборочно по главам) . Статика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Работы 3, 4) И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 1-2) 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) Г. Т. Алдошин. Статика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Работы 3, 4)	1
Самостоятельное изучение теории: неуравновешенные системы сил.		1
Самостоятельное изучение теории: центр тяжести.		1
Домашнее задание № 3 "Равновесие системы сил".		2
Расчётно-графическая работа № 1 "Равновесие пространственной системы сил".		2
Расчётно-графическая работа № 2 "Равновесие сочленённых тел".		2
Домашнее задание № 1 "Равновесие произвольной системы сил".		2
Домашнее задание № 2 "Равновесие плоской системы сил".		2
Итого по разделу 1		13
Раздел 2. Кинематика.		
Домашнее задание № 5 "Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости".	. Кинематика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Работы К2-К4) И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 3-8) А. Л. Илихменев. . Сборник задач по кинематике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (выборочно по главам) Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 1 Статика и кинематика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 10-14)	3
Самостоятельное изучение теории: вращение твердого тела около неподвижной точки.		1
Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений точки.		1
Самостоятельное изучение теории: кинематика сложения движений твердого тела.		1
Самостоятельное изучение теории: кинематика точки.		1
Самостоятельное изучение теории: плоскопараллельное движение твердого тела.		1
Домашнее задание № 8 "Кинематика сложения движений точки".		4
Домашнее задание № 6 "Плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения".		4
Расчётно-графическая работа № 3		4

"Кинематика точки".		
Расчётно-графическая работа № 4 "Плоскопараллельное движение твёрдого тела".		4
Расчётно-графическая работа № 5 "Вращательное движение твёрдого тела около неподвижного полюса".		4
Расчётно-графическая работа № 6 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой".		4
Домашнее задание № 4 "Кинематика точки".		3
Домашнее задание № 7 "Кинематика вращения тела около неподвижной точки".		3
Итого по разделу 2		38
<b>Раздел 3. Основы динамики.</b>		
Расчётно-графическая работа № 7 "Динамика относительного движения материальной точки".	И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 9-13) А. Л. Илихменев. . Сборник задач по динамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (выборочно по главам) Г. Т. Алдошин, Н. Н. Дмитриев, А. Л. Илихменев. . Динамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Все главы)	2
Самостоятельное изучение теории: динамика материальной точки.	Г. Т. Алдошин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория колебаний. Ч. 1 Линейные колебания: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Все главы)	1
Домашнее задание № 9 "Динамика материальной точки".	Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 2 Динамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 1-20)	3
Итого по разделу 3		6
<b>Раздел 4. Динамика.</b>		
Самостоятельное изучение теории: устойчивость механических систем.	И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 9-13)	3
Самостоятельное изучение теории: малые колебания систем с одной степенью свободы.	Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 2	2
Домашнее задание № 11 "Принцип возможных перемещений".	Динамика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 1-20)	4
Расчётно-графическая работа № 8 "Основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твердого тела".	Г. Т. Алдошин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория колебаний. Ч. 1 Линейные колебания: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (Все главы)	4
Расчётно-графическая работа № 9 "Составление дифференциальных уравнений движения несвободной системы тел с помощью аппарата уравнений Лагранжа второго рода".		4
Домашнее задание № 10 "Теоремы динамики механической системы".		4
Самостоятельное изучение теории: элементы теории удара.		3
Самостоятельное изучение теории: элементы аналитической механики.		3
Домашнее задание № 12 "Уравнения		4

Лагранжа второго рода".		
Самостоятельное изучение теории: динамика системы материальных точек.		3
Самостоятельное изучение теории: геометрия масс.		3
Самостоятельное изучение теории: динамика твердого тела.		3
Итого по разделу 4		40



## 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 представляются в печатном или рукописном виде, оформленные в соответствии с действующими нормативами образовательного учреждения. В работе должны быть приведены все исходные данные к расчёту, расчёт должен быть представлен со всеми необходимыми пояснениями, должны быть приведены все формулы, используемые при расчёте.

Критерии оценивания работы:

- правильность решения (выбран применимый метод решения поставленной задачи, правильно определены все параметры системы указанные в задании),
  - соответствие оформления (приведён чёткий чертёж системы с указанием всех характеристик расчётной системы, корректно указаны все параметры расчётной схемы, соответствие работы действующим нормам оформления и представления рукописных и машинописных работ...).
- В случае соответствия всем вышеприведённым критериям, проводится защита работы обучающимся, которая заключается в ответе на 3 вопроса преподавателя. Вопросы для защиты работы связаны с темами ДЗ и заключаются в определении характеристик приведённой в задаче системы.

В случае отсутствия нормативных документов, регламентирующих содержание и оформление вида элемента контроля освоения дисциплины (ДЗ/РГР/..), оформление и содержание представляемой обучающимся работы должны соответствовать ГОСТ 7.32 и ГОСТ 2.105в актуальной редакции.

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 печатном или рукописном виде, оформленные в соответствии с действующими нормативами образовательного учреждения. В работе должны быть приведены все исходные данные к расчёту, расчёт должен быть представлен со всеми необходимыми пояснениями, должны быть приведены все формулы, используемые при расчёте.

Критерии оценивания работы:

- правильность решения (выбран применимый метод решения поставленной задачи, правильно определены все параметры системы указанные в задании),
  - соответствие оформления (приведён чёткий чертёж системы с указанием всех характеристик расчётной системы, корректно указаны все параметры расчётной схемы, соответствие работы действующим нормам оформления и представления рукописных и машинописных работ...).
- В случае соответствия всем вышеприведённым критериям, проводится защита работы обучающимся, которая заключается в ответе на 3 вопроса преподавателя. Вопросы для защиты работы связаны с темами ДЗ и заключаются в определении характеристик приведённой в задаче системы.

В случае отсутствия нормативных документов, регламентирующих содержание и оформление вида элемента контроля освоения дисциплины (ДЗ/РГР/..), оформление и содержание представляемой обучающимся работы должны соответствовать ГОСТ 7.32 и ГОСТ 2.105 в актуальной редакции.

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 (семестр 3)**

Вопросы к зачёту оформляются в виде билета. Билет включает в себя 2 теоретических вопроса и практическое задание.

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.

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.

#### **Экзамен (семестр 4)**

Вопросы к экзамену оформляются в виде билета. Билет включает в себя 2 теоретических вопроса и практическое задание.

Экзаменационная оценка выставляется в зависимости от уровня владения теоретическим материалом и умения его применения при решении задач.

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-1		
2	3	Раздел 1. Статика.	28	15	6	9	13	15	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету	
2	3	Раздел 2. Кинематика.	64	26	6	20	38	20	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету	
2	3	Раздел 3. Основы динамики.	16	10	5	5	6	25	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к зачету	
Всего за 3 семестр			108	51	17	34	57	60		
2	4	Раздел 4. Динамика.	108	68	34	34	40	40	Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к экзамену	
Всего за 4 семестр			108	68	34	34	40	40		
Всего по дисциплине			216	119	51	68	97	100		

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

**ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Движение точки задано уравнением  $r=4t^3k_1+tk_2+5t^2k_3$ . По каким осям существуют составляющие ускорения:

Ось OX

Ось OY

Ось OZ

Ось Ot

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Материальной точкой называют:

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Необходимые и достаточные условия прямолинейного движения материальной точки:

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Движение точки задано уравнением  $r=t^3k_1+\sin tk_2+\cos tk_3$ . По каким осям существуют составляющие ускорения:

Ось OX

Ось OY

Ось OZ

Ось Ot

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие:

1 Количество движения материальной точки

2 Кинетическая энергия материальной точки

3 Момент количества движения материальной точки относительно заданного центра

А Векторная величина, равная векторному произведению радиуса-вектора материальной точки, проведённого из заданного центра, на вектор количества движения точки.

Б Векторная величина, равная произведению массы материальной точки на вектор её скорости.

В Скалярная величина, равная половине произведения массы материальной точки на квадрат её скорости

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие:

1 Теорема об изменении количества движения материальной системы

2 Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы

3 Следствия из теоремы об изменении кинетического момента материальной системы

А Полный дифференциал вектора количества движения равен элементарному импульсу главного вектора внешних сил.

Б Вектор момента количества движения материальной системы нельзя изменить посредством только внутренних сил. Если главный вектор момента внешних сил относительно некоторого центра равен нулю, то вектор кинетического момента будет постоянной величиной относительно того же центра. Если проекция главного момента внешних сил на некоторую ось равна нулю, то проекция вектора кинетического момента на ту же ось будет постоянной величиной.

В Полный дифференциал от кинетической энергии равен сумме элементарных работ внешних и внутренних сил.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установить последовательность решения задачи о плоскопараллельном движении:

- 1 Определить угловые скорости звеньев
- 2 Для тел, совершающих плоскопараллельное движение, найти м.ц.с.
- 3 Установить вид движения элементов системы
- 4 Определить скорости точек

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Установить последовательность решения задачи:

- 1 Определить ускорение Кориолиса точки
- 2 Определить скорость относительного движения точки
- 3 Определить абсолютные скорость и ускорение точки
- 4 Определить составляющие ускорения переносного движения точки
- 5 Определить, что является относительным движением точки
- 6 Определить, что является переносным движением точки
- 7 Определить составляющие ускорения относительного движения точки
- 8 Определить скорость переносного движения точки

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Диск радиуса  $R=10\text{ см}$  вращается вокруг оси симметрии, перпендикулярной плоскости диска, по закону  $\varphi=2+\pi t^3(\text{рад})$ . Касательное ускорение точки обода диска в момент времени  $t=3\text{ с}$  равно  $\text{см/с}^2$ :

- 30
- 150
- 180
- 200

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На свободную материальную точку массы  $m=1\text{ кг}$  действует, кроме силы тяжести (ускорение свободного падения принять  $g=9,8\text{ м/с}^2$ ) направленная вертикально вверх сила  $F=9,8\text{ Н}$ . 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

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответа

Диск радиуса  $R = 10$  см вращается вокруг оси  $Ox$ , проходящей через его центр по закону  $\varphi = 2 + 3t^2$  ( $\varphi$  в радианах,  $t$  в секундах). Скорость точки  $A$  при  $t = 2$  с будет равна:

80 см/с

60 см/с

30 см/с

32 см/с

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Движение точки задано уравнением  $r = 4k_1 + \sin t k_2 + 3t^2 k_3$ . По каким осям существуют составляющие ускорения:

Ось  $Ox$

Ось  $Oy$

Ось  $Oz$

Ось  $Ot$