

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

|  |  |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки       | 27.03.04 Управление в технических системах         |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Автономные информационные и управляющие системы    |
| Уровень высшего образования                | Бакалавриат  |
| Форма обучения                             | Очная  |
| Факультет                                  | Е Оружие и системы вооружения                      |
| Выпускающая кафедра                        | Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы      | Е3 СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ                 |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|      |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|      |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 2    | 4       | 3                                       | 108                             | 68                 | 34     | 0                         | 34                      | 40                     | 0               | 0               | 40                            | ЭКЗ.                           |

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

### 27.03.04 Управление в технических системах

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра ЕЗ СРЕДСТВА ПОРАЖЕНИЯ И БОЕПРИПАСЫ  
Зимин Борис Александрович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник,  
доцент

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 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-1 — способность анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики               |
| ОПК-2 — способность формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

*знания:*

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;

круга явлений, связанных с механической формой движения материи;;

*умения:*

применять методы описания движения точки и твердого тела, составлять дифференциальные уравнения движения точки и твердого тела;

применять методы построения расчетных моделей и методы исследования движения механических систем;;

*навыки:*

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

использовать математические методы в технических приложениях;.

## **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 *27.03.04 Управление в технических системах*.

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

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **БОЕПРИПАСЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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                      | ОПК-2 |
|      |         |   |       |                                       |        |                      |                                  |                            |       |
| 2    | 4       | <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. 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.   | 16    | 8                                     | 0      | 8                    | 8                                | 25                         | 25    |
| 2    | 4       | <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. 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. | 46    | 30                                    | 18     | 12                   | 16                               | 35                         | 35    |
| 2    | 4       | <b>Раздел 3. Динамика.</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. 3.2 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. 3.3 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. Количество движения системы,  | 46    | 30                                    | 16     | 14                   | 16                               | 40                         | 40    |

|                            |   |     |    |    |    |    |     |     |
|----------------------------|---|-----|----|----|----|----|-----|-----|
|                            | 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. 3.4 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. 3.5 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. |     |    |    |    |    |     |     |
| <b>Всего за 4 семестр</b>  |   | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 | 100 |
| <b>Всего по дисциплине</b> |   | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 | 100 |

### 3.2. Аудиторный практикум

| №<br>п/п           | Номер и<br>наименование<br>раздела<br>дисциплины | Тема практического занятия  | Объем,<br>ауд.<br>часов |
|--------------------|--|---|-------------------------|
| 1                  | Раздел 1. Статика.                               | Основные понятия статики. Момент силы. Реакции связей. Уравновешенная система сил. Неуравновешенная система сил. Центр тяжести. | 4                       |
| 2                  |  | Равновесие плоской системы сил.   | 2                       |
| 3                  |  | Равновесие пространственной системы тел.  | 2                       |
| 4                  | Раздел 2. Кинематика.                            | Кинематика точки.   | 2                       |
| 5                  |  | Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости.   | 2                       |
| 6                  |  | Плоскопараллельное движение твердого тела: ускорения и угловые ускорения.   | 4                       |
| 7                  |  | Кинематика вращения тела около неподвижной точки.   | 2                       |
| 8                  |  | Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одно относительно другой.                                       | 2                       |
| 9                  | Раздел 3. Динамика.                              | Динамика материальной точки.  | 4                       |
| 10                 |  | Теоремы о движении центра масс и об изменении количества движения системы.  | 2                       |
| 11                 |  | Теорема об изменении кинетического момента системы.   | 2                       |
| 12                 |  | Теорема об изменении кинетической энергии системы.  | 4                       |
| 13                 |  | Динамика плоского движения  | 2                       |
| 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.                      | Домашнее задание № 1 "Равновесие плоской системы сил".                            | 1            |
| 2     |   | Домашнее задание № 2 "Равновесие пространственной системы сил".                   | 1            |
| 3     |   | Расчётно-графическая работа № 1 "Равновесие плоской системы сил".                 | 2            |
| 4     |   | Расчётно-графическая работа № 2 " Равновесие пространственной тел".               | 2            |
| 5     |   | Самостоятельное изучение теории.  | 2            |
| 6     | Раздел 2. Кинематика.                   | Домашнее задание № 5 "Кинематика вращения твёрдого тела около неподвижной точки". | 2            |
| 7     |   | Домашнее задание № 3 "Кинематика точки".  | 1            |
| 8     |   | Домашнее задание № 4 "Плоскопараллельное движение                                 | 1            |

|                    |                     |   |    |
|--------------------|---------------------|---|----|
|                    |                     | твёрдого тела: скорости и угловые скорости".  |    |
| 9                  |                     | Самостоятельное изучение теории.  | 5  |
| 10                 |                     | Расчётно-графическая работа № 3 "Плоскопараллельное движение твёрдого тела: скорости и угловые скорости".                   | 2  |
| 11                 |                     | Расчётно-графическая работа № 4 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой". | 3  |
| 12                 |                     | Домашнее задание № 6 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой".            | 2  |
| 13                 | Раздел 3. Динамика. | Самостоятельное изучение теории.  | 4  |
| 14                 |                     | Домашнее задание № 7 "Динамика материальной точки".   | 1  |
| 15                 |                     | Расчётно-графическая работа № 5 "Основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твёрдого тела".    | 11 |
| Всего за 4 семестр |                     |   | 40 |

#### 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        |
| 4       |                 | ДЗ | РГР | ДЗ | РГР | ДР | ДЗ |   | РГР | ДР | ДЗ | РГР | ДЗ | РГР |    | ДР | Вопр. Экз |

Условные обозначения:

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

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- 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. Г. Т. Алдошин. Статика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999, 125 экз.
4. Г. Т. Алдошин, Н. Н. Дмитриев, А. Л. Илхменев. . Динамика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 260 экз.
5. И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике. СПб.: Лань, 2006, 699 экз.
6. 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.
7. 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. Microsoft Office;
2. DjVuReader;
3. WPS Office;
4. PTC Mathcad Prime 5.0;
5. Google Chrome.

### 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. Microsoft Office;
4. DjVuReader;
5. WPS Office;
6. PTC Mathcad Prime 5.0;
7. Google Chrome.

### **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 27.03.04 *Управление в технических системах*. 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 способность анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики;

ОПК-2 способность формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей).

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 экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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.  |   |                    |
| Домашнее задание № 1 "Равновесие плоской системы сил".  | Г. Т. Алдошин. Статика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1999 (Работы 3, 4)   | 1                  |
| Домашнее задание № 2 "Равновесие пространственной системы сил".   | И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 1-2)   | 1                  |
| Расчётно-графическая работа № 1 "Равновесие плоской системы сил".   | . Статика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (Работы 2-4)   | 2                  |
| Расчётно-графическая работа № 2 "Равновесие пространственной тел".  | Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. Курс теоретической механики. Т. 1 Статика и кинематика: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф.   | 2                  |
| Самостоятельное изучение теории.  | Устинова, (Главы 1-8)   | 2                  |
| Итого по разделу 1  |   | 8                  |
| Раздел 2. Кинематика.   |   |                    |
| Домашнее задание № 5 "Кинематика вращения твёрдого тела около неподвижной точки".   | . Кинематика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Работы 3-4)<br>И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 3-7)<br>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) | 2                  |
| Домашнее задание № 3 "Кинематика точки".  |   | 1                  |
| Домашнее задание № 4 "Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости".                              |   | 1                  |
| Самостоятельное изучение теории.  |   | 5                  |
| Расчётно-графическая работа № 3 "Плоскопараллельное движение твердого тела: скорости и угловые скорости".                   |   | 2                  |
| Расчётно-графическая работа № 4 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой". |   | 3                  |
| Домашнее задание № 6 "Движение точки относительно двух систем отсчёта, перемещающихся одна относительно другой".            |   | 2                  |
| Итого по разделу 2  |   | 16                 |
| Раздел 3. Динамика.   |   |                    |
| Самостоятельное изучение теории.  | Г. Т. Алдошин, Н. Н. Дмитриев, А. Л. Илихменев. . Динамика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Работа 3)  | 4                  |
| Домашнее задание № 7 "Динамика материальной точки".   |   | 1                  |
| Расчётно-графическая работа № 5   |   | 11                 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| "Основные теоремы динамики системы и дифференциальные уравнения движения твёрдого тела". | 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)<br>И. В. Мещерский. . Задачи по теоретической механике: СПб.: Лань, 2006 (Главы 9-10) |    |
| Итого по разделу 3   |   | 16 |

## 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 экзамену;
- 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 2.105 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.

#### 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 2.105в 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.

### **Вопросы к экзамену**

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

### **Экзамен**

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<br>ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА                               |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|---|
|                     |         |  |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Практические занятия |                                  | ОПК-1                      | ОПК-2 |   |
| 2                   | 4       | Раздел 1. Статика.                           | 16    | 8                                     | 0      | 8                    | 8                                | 25                         | 25    | Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к экзамену |
| 2                   | 4       | Раздел 2. Кинематика.                        | 46    | 30                                    | 18     | 12                   | 16                               | 35                         | 35    | Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к экзамену |
| 2                   | 4       | Раздел 3. Динамика.                          | 46    | 30                                    | 16     | 14                   | 16                               | 40                         | 40    | Домашнее задание, Расчетно-графическая работа, Вопросы к экзамену |
| Всего за 4 семестр  |         |  | 108   | 68                                    | 34     | 34                   | 40                               | 100                        | 100   |   |
| Всего по дисциплине |         |  | 108   | 68                                    | 34     | 34                   | 40                               | 100                        | 100   |   |

## Критерии оценивания

### ОПК-1

#### Вопросы открытого типа:

- № 1 Абсолютно твердое тело — это тело ...
- № 2 Для равновесия системы сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы ...
- № 3 Абсолютное движение точки — это движение по отношению к ..
- инерциальной системе отсчета;
  - абсолютной системе отсчета;
  - любой системе отсчета
- № 4 Вектор угловой скорости — это вектор, направленный по оси вращения в ту сторону, ...
- № 5 Кориолисово ускорение точки — это составляющая абсолютного ускорения, равная ...
- векторному произведению угловой скорости переносного движения на относительную скорость точки;
  - удвоенному векторному произведению угловой скорости переносного движения на относительную скорость точки;
  - сумме углового ускорения переносного движения и относительного ускорения точки
- № 6 Главный вектор сил инерции системы — это вектор, равный ...
- № 7 Связи, сумма работ реакций которых на любом перемещении механической системы равна нулю, называются...
- голономными;
  - неголономными;
  - дифференциальными;
  - идеальными
- № 8 Маховик (масса равномерно распределена по ободу) и круглый однородный диск имеют одинаковые массы, геометрические размеры и угловые ускорения. В некоторый момент времени к ним прикладывают одинаковые пары сил, под действием которых тела останавливаются. Какое из тел остановится быстрее?
- Остановятся одновременно.
  - Раньше остановится маховик.
  - Раньше остановится диск
- № 9 Положение твердого тела при его вращении вокруг неподвижной точки определяется углами Эйлера:
- углом собственного вращения;
  - углом качения;
  - углом прецессии;
  - углом нутации;
  - углом поворота
- № 10 Число обобщенных сил для голономной системы определяется числом:
- степеней свободы системы;

- сил, действующих на систему;
  - точек системы;
  - уравнений связей;
  - обобщенных координат.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Какой угол называется углом трения?
- 1) Угол, тангенс которого равен коэффициенту трения;
  - 2) Угол, при котором тело начинает движение по шероховатой наклонной плоскости;
  - 3) Угол между силой трения и реакцией шероховатой поверхности;
  - 4) Угол между нормалью к шероховатой поверхности в точке контакта и полной силой реакции шероховатой поверхности.
- № 2 Как определяется уравнение траектории точки по уравнениям ее движения в декартовых координатах?
- 1) Невозможно определить по уравнениям движения.
  - 2) Необходимо построить траекторию по уравнениям движения.
  - 3) Необходимо исключить время  $t$  и координату  $z$  из уравнений движения.
  - 4) Необходимо исключить время  $t$  из уравнений движения
- № 3 Какой величиной по знаку может быть момент инерции тела относительно оси его вращения?
- 1) Любой
  - 2) Положительной
  - 3) Отрицательной
- № 4 В каком случае работа силы тяжести тела будет равна нулю?
- 1) При перемещении тела по наклонной плоскости снизу вверх.
  - 2) При перемещении тела по наклонной плоскости сверху вниз.
  - 3) При перемещении тела по горизонтальной плоскости.
- № 5 Элементарный импульс силы – это...
- 1) скалярная мера действия силы, равная произведению силы на элементарный промежуток времени ее действия;
  - 2) векторная мера действия силы, равная произведению силы на элементарный промежуток времени ее действия;
  - 3) векторная мера действия силы, равная произведению силы на время ее действия;
  - 4) скалярная мера действия силы, равная произведению силы на время ее действия
- № 6 Чему равен модуль вектора количества движения материальной точки?
- 1) произведению массы точки на модуль скорости её движения;
  - 2) произведению массы точки на модуль ускорения её движения
  - 3) частному от деления массы точки на модуль скорости её движения
- частному от деления ускорения точки на её массу

- № 7 В каком движении точки ее нормальное ускорение равно нулю?
- 1) В равномерном прямолинейном движении точки.
  - 2) В равномерном криволинейном движении точки.
  - 3) В любом прямолинейном движении точки.
  - 4) В круговом равнопеременном движении точки.
- № 8 При каком угле наклона вектора силы к направлению перемещения точки приложения силы работа этой силы будет равна нулю?
- 1) 0 градусов
  - 2) 45 градусов
  - 3) 120 градусов
  - 4) 180 градусов
  - 5) 270 градусов
- № 9 Что является силой трения?
- 1) Геометрическая сумма всех действующих на тело сил;
  - 2) Касательная составляющая реакции связи;
  - 3) Алгебраическая сумма проекций на горизонтальную ось всех действующих на тело сил;
  - 4) Угол между нормалью к шероховатой поверхности в точке контакта и полной силой реакции шероховатой поверхности
- № 10 Реакцию шероховатой поверхности связи можно разложить на....
- 1) активную и реактивную составляющую;
  - 2) внешнюю и внутреннюю составляющие;
  - 3) касательную и нормальную составляющую;
  - 4) внешнюю активную и нормальную реактивную составляющие

#### ОПК-2

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Основное свойство абсолютно твёрдого тела
- № 2 Мощностью силы называют
- № 3 Диссипативной функцией Релея называют
- № 4 Моментом количества движения материальной точки относительно заданного центра называют
- № 5 Траектории движения материальной точки под действием центральных сил называют
- № 6 Следствия из теоремы об изменении кинетического момента материальной системы

- № 7 Различают несколько видов линейных колебаний материальной точки, это
- № 8 Математическим маятником называют
- № 9 Различают несколько видов моментов инерции твёрдого тела, это
- № 10 Существует только несколько случаев аналитической интегрируемости уравнений движения твёрдого тела, имеющего одну неподвижную точку, это  
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

- № 5 Количеством движения материальной точки называют:
- Векторную величину, равную произведению массы материальной точки на вектор её скорости.
  - Скалярную величину, равную половине произведения массы материальной точки на квадрат её скорости.
  - Консервативной силы, приложенной к материальной точке, и её положения в пространстве.
- № 6 Кинетической энергией материальной точки называют
- Векторную величину, равную произведению массы материальной точки на вектор её скорости.
  - Скалярную величину, равную половине произведения массы материальной точки на квадрат её скорости.
  - Консервативную силу, приложенную к материальной точке, и её положения в пространстве.
- № 7 Потенциальная энергия материальной точки зависит от
- Векторной величины, равной произведению массы материальной точки на вектор её скорости.
  - Скалярной величины, равной половине произведения массы материальной точки на квадрат её скорости.
  - Консервативной силы, приложенной к материальной точке, и её положения в пространстве.
- № 8 При каком угле наклона вектора силы к направлению перемещения точки приложения силы работа этой силы будет равна нулю?
- 0 градусов
- 45 градусов
- 120 градусов
- 180 градусов
- 70 градусов
- № 9 Что является силой трения?
- Геометрическая сумма всех действующих на тело сил;
- Касательная составляющая реакции связи;
- Алгебраическая сумма проекций на горизонтальную ось всех действующих на тело сил;
- Угол между нормалью к шероховатой поверхности в точке контакта и полной силой реакции шероховатой поверхности
- № 10 Реакцию шероховатой поверхности связи можно разложить на...
- активную и реактивную составляющую;
- внешнюю и внутреннюю составляющие;

касательную и нормальную составляющую;

внешнюю активную и нормальную реактивную составляющие