

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись) Суслин А. В.  
ФИО

« 31 » 05 20 22

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Заочная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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	
1	2	5	180	6	2	0	4	174	0	0	174	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

15.04.03 Прикладная механика

год набора группы: 2022

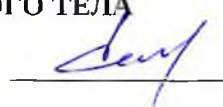
Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА  
Титух Игорь Николаевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ**

### **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:

ПСК-1.1 — способность проводить анализ динамики и прочности технических объектов с применением современных расчетных технологий, экспериментальных методов, отраслевых методик, учитывать возможность потери несущей способности, а также влияние усталостных разрушений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.1**

*знания:*

основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях;

*умения:*

интерпретировать результаты и делать выводы, использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности; уметь выбирать методы исследования;

*навыки:*

использовать классические инженерные подходы и современные программные средства для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ДИНАМИКА И УСТОЙЧИВОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- УК-2 — Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 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		ПСК-1.1
1	2	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости. Уравнения Навье Теория напряжений Теория деформаций Физические уравнения. Потенциальная энергия упругой деформации.	15.3	0.3	0.3	0	15	14
1	2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и методы её решения. Решение в перемещениях и напряжениях. Прямой и обратный методы решения. Смешанные способы решения Общие теоремы теории упругости и вариационная формулировка её задач. Вариационные принципы Прикладные вариационные методы решения задач теории упругости.	15.3	0.3	0.3	0	15	14
1	2	Раздел 3. Двумерная задача теории упругости. Плоская задача в прямоугольной декартовой системе координат . Плоская задача в полярных координатах Осесимметричная задача.	39.3	1.3	0.3	1	38	14
1	2	Раздел 4. Пластическое поведение материалов. Поверхность пластичности Критерии начала пластической деформации. Гипотезы Треска Мизеса Ишлинского Условие развития пластичности с учетом упрочнения материала Изотропное кинематическое и смешанное упрочнение.	15.2	0.2	0.2	0	15	14
1	2	Раздел 5. Теории пластичности. Постулат Друкера Ассоциированный закон течения Простое и сложное нагружение Теорема Ильюшина Деформационная теория пластичности Теория течения.	15.3	0.3	0.3	0	15	14
1	2	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности. Упруго-пластический изгиб балок Упруго-пластическое кручение стержней Расчет толстостенных сосудов под давлением по деформационной теории.	39.3	1.3	0.3	1	38	14
1	2	Раздел 7. Реологическое поведение материалов. Влияние температуры и времени на напряженно-деформированное состояние (НДС) элементов машин. Математические модели пластичности Решение некоторых задач установившейся ползучести при растяжении, кручении и изгибе, а также при релаксации напряжений.	40.3	2.3	0.3	2	38	16
Всего за 2 семестр			180	6	2	4	174	100
Всего по дисциплине			180	6	2	4	174	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Двумерная задача теории упругости.	Использование функции напряжений при решении плоской задачи, численное решение.	1
2	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.	Упругопластический изгиб стержней	1
3	Раздел 7. Реологическое поведение материалов.	Ползучесть и релаксация напряжений	2
Всего за 2 семестр			4

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	15
2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и методы её решения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	15
3	Раздел 3. Двумерная задача теории упругости.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе . Прочность и устойчивость тонкостенных	15
4		Выполнение и оформление ДЗ	23
5	Раздел 4. Пластическое поведение материалов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	15

6	Раздел 5. Теории пластичности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	15
7	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	15
8		Выполнение и оформление ДЗ	23
9	Раздел 7. Реологическое поведение материалов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	15
10		Выполнение и оформление ДЗ	23
Всего за 2 семестр			174

#### 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
2						ДР		ДЗ		ДР			ДЗ		ДЗ	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
2. Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 63 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <http://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. Mathcad Prime 3.1;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### 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. Интерактивная доска;
2. Mathcad Prime 3.1;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **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 **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность проводить анализ динамики и прочности технических объектов с применением современных расчетных технологий, экспериментальных методов, отраслевых методик, учитывать возможность потери несущей способности, а также влияние усталостных разрушений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом конструкций при упругом и нелинейном поведении материалов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**2 ч.**), практические занятия (**4 ч.**), самостоятельная работа студента (**174 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 6 ч. аудиторных занятий, и 174 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. Основные уравнения линейной теории упругости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1,2)	15
Итого по разделу 1		15
Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и методы её решения.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3,4)	15
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Двумерная задача теории упругости.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе . Прочность и устойчивость тонкостенных	В. А. Санников, Л. А. Флоренский, С. П. Яковлев ; ред. В. А. Санников ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. Теория упругости. Ч. 1 Основные соотношения и методы расчёта: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5,7)	15
Выполнение и оформление ДЗ		23
Итого по разделу 3		38
Раздел 4. Пластическое поведение материалов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1,2)	15
Итого по разделу 4		15
Раздел 5. Теории пластичности.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3,4)	15
Итого по разделу 5		15
Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (9-11)	15

Выполнение и оформление ДЗ		23
Итого по разделу 6		38
<b>Раздел 7. Реологическое поведение материалов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (16-19)	15
Выполнение и оформление ДЗ		23
Итого по разделу 7		38

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы к дифференцированному зачету;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

### 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.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

Варианты тестовых вопросов к дифф. зачету размещены в составе УМК по дисциплине

#### Домашнее задание

Варианты домашних заданий размещены в УМК дисциплины

Критерии оценивания домашних заданий.

Оценка "отлично"

Домашнее задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

Обучающиеся работали полностью самостоятельно: подобрали необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знаний, показали необходимые теоретические знания, практические умения и навыки. Работа оформлена аккуратно, в оптимальной для фиксации результатов форме.

Оценка "хорошо"

Домашнее задание выполнено студентами в полном объеме и самостоятельно. Допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющее на правильность конечного результата (перестановка пунктов типового плана, последовательность выполняемых заданий, ответы на вопросы).

Использованы указанные источники знаний. Работа показала знание основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы.

Допускаются неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

Оценка "удовлетворительно"

Домашнее задание выполнено и оформлено с помощью преподавателя. На выполнение работы затрачено много времени (дана возможность доделать работу дома). Студент показал знания теоретического материала, но испытывал затруднения при самостоятельной работе.

Оценка "неудовлетворительно"

Выставляется в том случае, когда студент оказался не подготовленным к выполнению задания.

Полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Обнаружено плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений.

#### Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Дифф. зачет проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (30 шт.). Каждый верный ответ оценивается в 3 балла. Оценка складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

76 - 90 «зачтено - отлично»;

55 – 75 «зачтено - хорошо»

30 - 54 «зачтено - удовлетворительно»

менее 30 «не зачтено»;



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		ПСК-1.1		
1	2	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	15.3	0.3	0.3	0	15	14	Вопросы к дифференцированному зачету	
1	2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и методы её решения.	15.3	0.3	0.3	0	15	14	Вопросы к дифференцированному зачету	
1	2	Раздел 3. Двумерная задача теории упругости.	39.3	1.3	0.3	1	38	14	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание	
1	2	Раздел 4. Пластическое поведение материалов.	15.2	0.2	0.2	0	15	14	Вопросы к дифференцированному зачету	
1	2	Раздел 5. Теории пластичности.	15.3	0.3	0.3	0	15	14	Вопросы к дифференцированному зачету	
1	2	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.	39.3	1.3	0.3	1	38	14	Домашнее задание, Вопросы к дифференцированному зачету	
1	2	Раздел 7. Реологическое поведение материалов.	40.3	2.3	0.3	2	38	16	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание	
Всего за 2 семестр			180	6	2	4	174	100		
Всего по дисциплине			180	6	2	4	174	100		