

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ

Направление/специальность подготовки	15.03.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии в виброакустике и прочности
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
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	
3	5	3	108	34	17	0	17	74	0	0	74	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Крыжевич Геннадий Брониславович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

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

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н.

## **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:

ПК-7.2 — Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды

ПК-7.4 — Способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-7.2**

*знания:*

основные понятия и методы, механики деформируемого твердого тела, теории упругости, пластичности и ползучести;

*умения:*

интерпретировать результаты и делать выводы, использовать физико-математический аппарат для решения вопросов, возникающих в ходе практического решения задач механики деформируемого твердого тела, теории упругости, пластичности и ползучести;

*навыки:*

выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач механики деформируемого твердого тела, теории упругости, пластичности и ползучести.

### **ПК-7.4**

*знания:*

основных способов решения задач механики деформируемого твердого тела, теории упругости, пластичности и ползучести, используемых для обеспечения прочности и безопасности различных видов техники и конструкций при динамических, статических и вибрационных нагружениях с учетом особенностей их геометрии и механических свойств материалов;

*умения:*

интерпретировать результаты и делать выводы, использовать физико-математический аппарат для решения задач механики деформируемого твердого тела, теории упругости, пластичности и ползучести, используемых для обеспечения прочности и безопасности различных видов техники и конструкций при динамических, статических и вибрационных нагружениях с учетом особенностей их геометрии и механических свойств материалов;

*навыки:*

выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач механики деформируемого твердого тела, теории упругости, пластичности и ползучести, используемых для обеспечения прочности и безопасности различных видов техники и конструкций при динамических, статических и вибрационных нагружениях с учетом особенностей их геометрии и механических свойств материалов.

## 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 15.03.03 *Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА В ЗАДАЧАХ РАЗРУШЕНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРОЧНОСТИ, СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА МАШИН**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-11 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии
- ПК-7.5 — Способен проводить расчетные работы для обеспечения прочности авиационных конструкций и безопасности ЛА

### 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		ПК-7.2	ПК-7.4
3	5	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости. Введение. Теория напряжений. Статические уравнения равновесия. Теория деформаций и перемещений. Геометрические уравнения. Уравнения неразрывности. Физические уравнения. Потенциальная энергия упругой деформации.	14	5	3	2	9	10	10
3	5	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения. Плоская задача теории упругости. Решение в перемещениях и напряжениях. Прямой и обратный методы решения. Смешанные способы решения. Общие теоремы теории упругости. Плоская задача в прямоугольной декартовой системе координат Плоская задача в полярных координатах Осесимметричная задача.	14	5	3	2	9	20	20
3	5	Раздел 3. Напряженно-деформированное состояние (НДС) при пластичном поведении материала. Механизм образования пластических деформаций . Параметры НДС в теории пластичности (ТП). Пластическое поведение материалов. Условная и истинная диаграммы растяжения..Расчетные аппроксимации поведения материала в пластическом состоянии.	16	4	2	2	12	20	20
3	5	Раздел 4. Условие начала пластичности. Поверхность пластичности. Критерии начала пластической деформации.. Гипотезы Треска, Мизеса, Ишлинского. Условие развития пластичности с учетом упрочнения материала. Изотропное, кинематическое и смешанное упрочнение.	15	4	2	2	11	20	20
3	5	Раздел 5. Теории пластичности. Теории пластичности. Постулат Друкера. Ассоциированный закон течения. Простое и сложное нагружение. Теорема Ильюшина. Деформационная теория пластичности. Теория течения.	15	4	2	2	11	10	10
3	5	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности. Упруго-пластическое кручение стержней. Расчет толстостенной трубы под давлением.	16	5	2	3	11	10	10
3	5	Раздел 7. Теория ползучести. Понятие о ползучести. Диаграмма видов ползучести. Виды ползучести. Релаксация напряжений. Проведение испытаний на ползучесть. Характеристики сопротивления ползучести (жаропрочности). Пути повышения жаропрочности металлов и сплавов. Математические модели ползучести. Технические теории ползучести. Длительная прочность, коэффициент запаса, предел ползучести.	18	7	3	4	11	10	10
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	Расчет инвариантов напряженного состояния в точке. Потенциальная энергия упругой деформации и изменение объема в рассматриваемой точке.	2
2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения. Плоская задача теории упругости.	Применение функции напряжений при анализе НДС.	2
3	Раздел 3. Напряженно-деформированное состояние (НДС) при пластичном поведении материала.	Условная и истинная диаграммы растяжения. Физические модели упрочнения материала	2
4	Раздел 4. Условие начала пластичности.	Численное моделирование поведения плоской детали при упруго-пластичном поведении материала. Временное сопротивление. Истинное сопротивление	2
5	Раздел 5. Теории пластичности.	Соотношения теорий пластичности. Упруго-пластическое кручение стержней	2
6	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.	Расчет толстостенной трубы под давлением. Решение прикладных задач обработки металлов давлением.	3
7	Раздел 7. Теория ползучести.	Проведение испытаний на ползучесть. Виды ползучести. Диаграмма видов ползучести. Расчет длительной прочности, выбор коэффициента запаса, определение предела ползучести.	4
<b>Всего за 5 семестр</b>			17

#### 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 конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	9

2	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	5
3	Плоская задача теории упругости.	Выполнение, оформление полученных результатов, защита ДЗ	4
4	Раздел 3. Напряженно-деформированное состояние (НДС) при пластичном поведении материала.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	12
5	Раздел 4. Условие начала пластичности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	11
6	Раздел 5. Теории пластичности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	11
7	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	11
8	Раздел 7. Теория ползучести.	Диаграмма видов ползучести. Виды ползучести. Релаксация напряжений. Проведение испытаний на ползучесть. Характеристики сопротивления ползучести (жаропрочности). Пути повышения жаропрочности металлов и сплавов. Математические модели ползучести. Технические теории ползучести.	11
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>74</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
5					ТекК	ДР				ДР	ТекК			ТекК		ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля.

**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, эл. рес.
3. Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 63 экз.
4. Н. И. Безухов. . Основы теории упругости, пластичности и ползучести. М.: Высшая школа, 1968, 40 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:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

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



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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

### **6.3. Прочее:**

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

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ, ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОЛЗУЧЕСТИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.03 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*:

ПК-7.2 Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды;

ПК-7.4 Способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагружениях.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с анализом НДС конструкций при упругом и пластическом поведении материалов, а также при ползучести.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

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

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

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

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе.	Н. И. Безухов. . Основы теории упругости, пластичности и ползучести: М.: Высшая школа, 1968 (1-4) 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 (1-3)	9
Итого по разделу 1		9
<b>Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения. Плоская задача теории упругости.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Н. И. Безухов. . Основы теории упругости, пластичности и ползучести: М.: Высшая школа, 1968 (3-5) 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 (3-7)	5
Выполнение, оформление полученных результатов, защита ДЗ		4
Итого по разделу 2		9
<b>Раздел 3. Напряженно-деформированное состояние (НДС) при пластичном поведении материала.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-3)	12
Итого по разделу 3		12
<b>Раздел 4. Условие начала пластичности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3-5)	11
Итого по разделу 4		11
<b>Раздел 5. Теории пластичности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5-7)	11
Итого по разделу 5		11
<b>Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (6-9)	11
Итого по разделу 6		11
<b>Раздел 7. Теория ползучести.</b>		
Диаграмма видов ползучести. Виды ползучести. Релаксация напряжений. Проведение испытаний на ползучесть. Характеристики сопротивления ползучести (жаропрочности). Пути повышения жаропрочности	Е. Г. Макаров. . Теория пластичности и ползучести: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5-9)	11

металлов и сплавов. Математические модели ползучести. Технические теории ползучести.	
Итого по разделу 7	11

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- 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 для текущего контроля

Тестовые вопросы размещены в УМК дисциплины

#### Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет проходит в тестовой форме и включает в себя ответы на теоретические вопросы (25 шт.). Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. Оценка складывается по количеству баллов, полученных за ответы на тестовые вопросы.

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы Оценка по нормативной шкале

85 - 100 "отлично"

75 – 84 "хорошо"

51 - 74 "удовлетворительно"

менее 51 "неудовлетворительно"

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		ПК-7.2	ПК-7.4	
3	5	Раздел 1. Основные уравнения линейной теории упругости.	14	5	3	2	9	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 2. Постановка задачи теории упругости и пути её решения. Плоская задача теории упругости.	14	5	3	2	9	20	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Напряженно-деформированное состояние (НДС) при пластичном поведении материала.	16	4	2	2	12	20	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Условие начала пластичности.	15	4	2	2	11	20	20	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 5. Теории пластичности.	15	4	2	2	11	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 6. Инженерные задачи теории пластичности.	16	5	2	3	11	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 7. Теория ползучести.	18	7	3	4	11	10	10	Вопросы для текущего контроля
Всего за 5 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	

**ПК-7.2 - Способен обобщать и систематизировать информацию, технические данные, проводить инженерные расчеты по оценке и оптимизации технологий защиты окружающей среды**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте физическую величину и единицу измерения

Продольные деформации	Безразмерная величина
Модуль объемной упругости	Паскаль
Модуль вектора полных напряжений	Ньютон
Абсолютное изменение размеров	Метр

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий при решении плоской задачи теории упругости

1. Анализ полученного решения;
2. Запись граничных условий;
3. Запись основных уравнений;
4. Упрощение основных уравнений с учетом особенности задачи;
5. Решение дифференциальных уравнений (интегрирование) в общем виде;
6. Определение констант интегрирования.

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность этапов при решении плоской задачи теории упругости численными методами в программном комплексе ANSYS

1. Генерация конечно-элементной сетки;
2. Задание граничных условий;
3. Задание материалов;
4. Создание геометрической модели;
5. Постпроцессинг.

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Симметрия тензора напряжений относительно главной диагонали связана с выполнением следующего физического закона:

1. закона Гука;
2. закона парности касательных напряжений;
3. третьего закона Ньютона;
4. принципа независимости действия сил, или принципа суперпозиции;

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Октаэдрические площадки по отношению к главным осям расположены:

1. под углом  $45^\circ$ ;
2. равнонаклонно;
3. под углом  $60^\circ$ ;
4. перпендикулярно;

№ 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Напряженное состояние в точке деформируемого твердого тела описывается тремя компонентами тензора напряжений –  $\sigma_x=11$  МПа,  $\sigma_y=-2$  МПа,  $\sigma_z=6$  МПа. Модуль Юнга материала  $E=2$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu=0.25$ . Чему равна продольная деформация  $\epsilon_x$ ?

№ 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Напряженное состояние в точке деформируемого твердого тела описывается тремя компонентами тензора напряжений –  $\sigma_x=16$  МПа,  $\sigma_y=6$  МПа,  $\sigma_z=10$  МПа. Модуль Юнга материала  $E=2$  МПа, коэффициент Пуассона  $\mu=0.25$ . Чему равна продольная деформация  $\epsilon_x$ ?

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Основными допущениями линейной теории упругости являются:

1. сплошность материала;
2. линейная упругость материала;
3. пренебрежение эффектом Баушингера (различием пределов текучести при растяжении и сжатии);
4. однородность материала;

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
В главных осях тензор напряжений будет:

1. симметричным тензором;
2. диагональным тензором;
3. единичным тензором;
4. тензором, все элементы которого тождественно равны нулю;

№ 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Сопоставьте названия уравнений и физические величины, которые они связывают

Соотношения Коши	Компоненты тензора напряжений между собой
Уравнения Навье	Компоненты тензора деформаций и тензора напряжений
Закон Гука	Компоненты тензора деформаций и осевые перемещения
	Компоненты тензора деформаций между собой

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Чему равен коэффициент Пуассона для абсолютно несжимаемого материала?

1. 0;
2. 1
3. 0.5
4. -0.5

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие упругие характеристики необходимо задать для однозначного решения задачи теории упругости?

1. Коэффициент Пуассона и модуль Юнга;
2. Модуль Юнга и модуль сдвига;
3. Модуль сдвига и коэффициент Пуассона;
4. Модуль объемное упругости и коэффициент Пуассона
5. Предел пропорциональности и модуль Юнга

**ПК-7.4 - Способен учитывать прочностные и виброакустические особенности техники и конструкций для обеспечения безопасности при динамических, статических, вибрационных, акустических нагрузениях**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

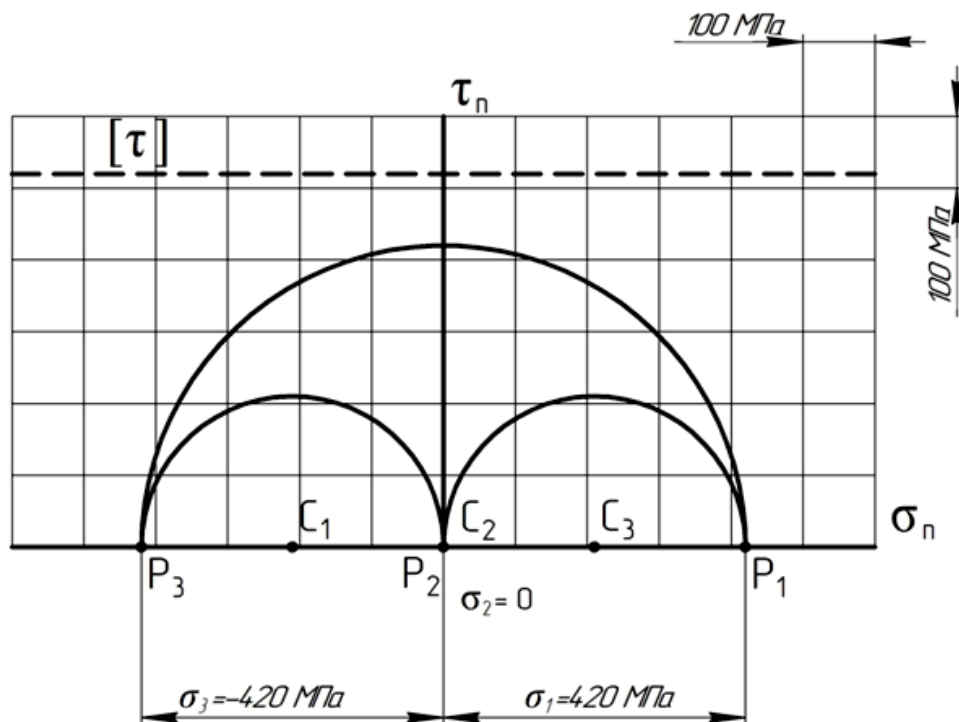
Какова скорость деформирования цилиндрического образца при сжатии, если его исходная длина  $l_0 = 50$  мм, а скорость движения траверсы испытательной машины  $V = 2$  мм/с?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Напряжённое состояние материальной частицы описано круговой диаграммой напряжений Мора.





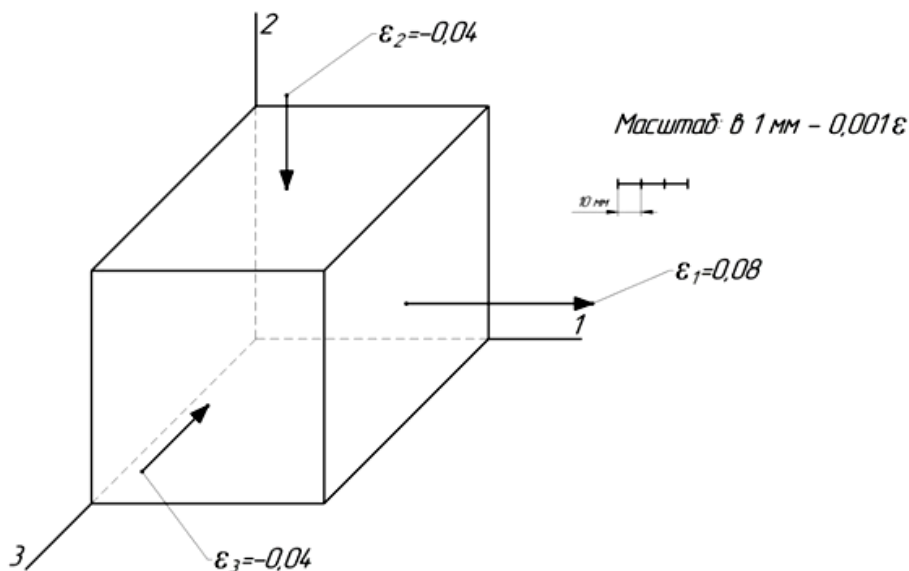
Какой вид напряжённого состояния характеризует диаграмма и приводит ли он к разрушению материала?

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Приведены функции проекций перемещения материальной точки  $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$ . Укажите общую последовательность проведения расчётов для определения параметров и вида деформированного состояния (для малой деформации)

1.  $v_\sigma$
2.  $\varepsilon_{cp}$
3.  $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$
4.  $D_\varepsilon$
5.  $\gamma_{xy}, \gamma_{yz}, \gamma_{zx}$
6.  $I_3(D_\varepsilon)$
7.  $\beta_\sigma$
8.  $T_\varepsilon$
9.  $\varepsilon_i$
10.  $T_\varepsilon^0$

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой вид деформированного состояния характеризует приведённая схема деформаций?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Простое растяжение
2. Простой сдвиг
3. Простое сжатие
4. Растяжение

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Укажите взаимосвязанные параметры, которые характеризуют одну и ту же особенность напряжённого состояния.

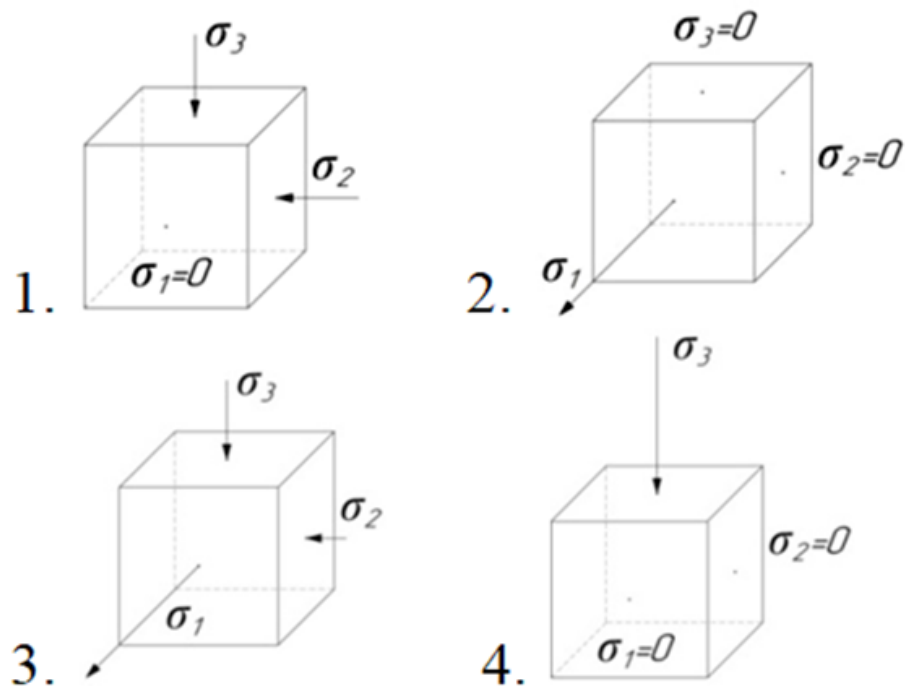
Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. Шаровой тензор напряжений
2. Девиатор напряжений
3. Первый инвариант тензора напряжений
4. Третий инвариант тензора напряжений

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Представлены несколько схем напряжённого состояния. Какие из них можно объединить в одну группу?

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора.



№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите основные уравнения теории напряжений и параметры напряжённого состояния, которые определяют с их помощью.

1.	$\frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3}$	А.	$\sigma_{\text{ср.}}$
2.	$-\frac{I_1(T_\sigma)}{3}$	Б.	$p$
3.	$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$	В.	$\sigma_i$
4.	$\frac{\text{tg}(\beta_\sigma - 30^\circ)}{\text{tg}(30^\circ)}$	Г.	$v_\sigma$
5.	$\frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3}$		
6.	$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$		
7.	$-\frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3}$		
8.	$\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$		

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите основные уравнения теории деформаций и параметры деформированного состояния, которые определяют с их помощью.

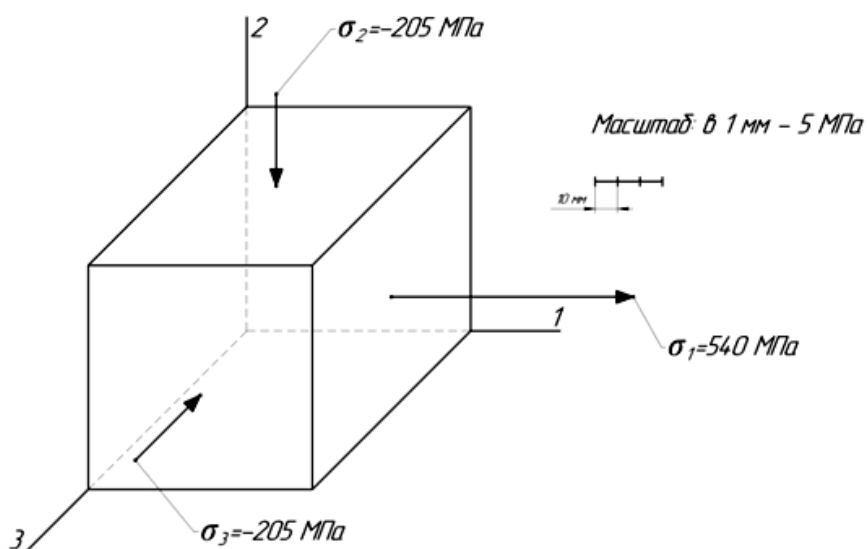
1.	$\sqrt{\frac{4}{3} \cdot I_2(D_\varepsilon)}$	А.	$\varepsilon_i$
2.	$\frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2} + \frac{3}{2} (\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)$	Б.	$\nu_\varepsilon$
3.	$\frac{\operatorname{tg}(\beta_\varepsilon - 30^\circ)}{\operatorname{tg}(30^\circ)}$	В.	$\beta_\varepsilon$
4.	$\frac{2\varepsilon_2 - \varepsilon_1 - \varepsilon_3}{\varepsilon_1 - \varepsilon_3}$	Г.	
5.	$\frac{4}{\varepsilon_i^3} \cdot I_3(D_\varepsilon)$		
6.	$\frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}$		

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Приведён тензор напряжений материального элемента через основные площадки. Укажите общую последовательность проведения расчётов для определения параметров и вида напряжённого состояния.

1.  $\sigma_{cp}$
2.  $I_3(D_\sigma)$
3.  $\nu_\sigma$
4.  $D_\sigma$
5.  $\beta_\sigma$
6.  $T_\sigma^0$
7.  $\sigma_i$

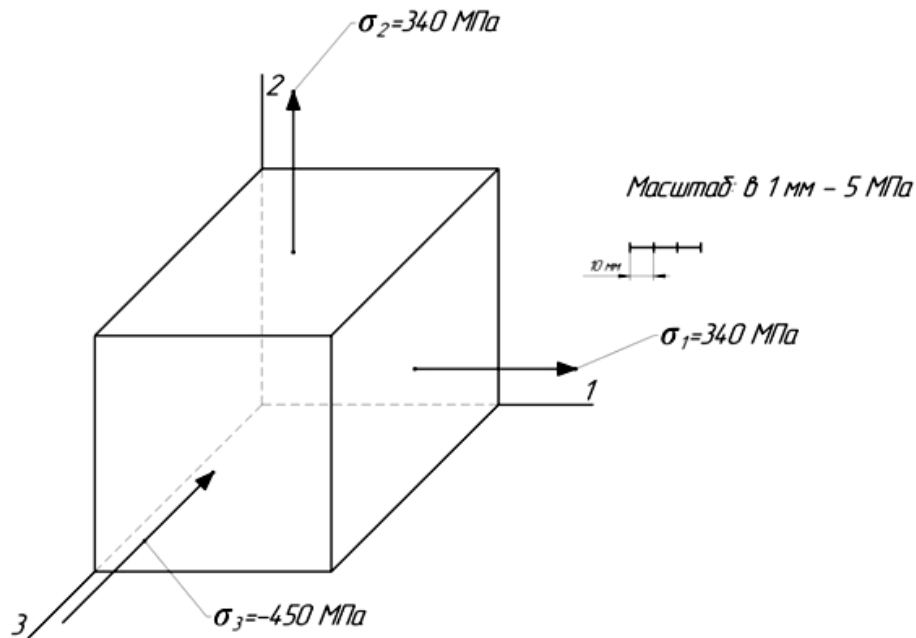
№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой вид напряжённого состояния характеризует приведённая схема напряжений?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Простое растяжение
2. Простой сдвиг
3. Простое сжатие
4. Растяжение

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой вид напряжённого состояния характеризует приведённая схема напряжений?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Простое растяжение
2. Простой сдвиг
3. Простое сжатие
4. Сжатие

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

Укажите взаимосвязанные параметры, которые характеризуют одну и ту же особенность деформированного состояния.

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора.

1. Шаровой тензор деформаций
2. Девиатор деформаций
3. Второй инвариант тензора деформаций
4. Интенсивность деформаций