

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Механика процессов обработки давлением
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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	
5	9	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

*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: 2025

Программу составили:

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ \_\_\_\_\_

Олехвер Алексей Иванович, к.т.н., доцент

Кафедра Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ \_\_\_\_\_

Филин Дмитрий Сергеевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Заведующий кафедрой Нестеров Н.И., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МЕХАНИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ**

### **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-11 — Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий

ПК-5.3 — Способен работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства деталей машиностроения, вооружения и военной техники, патронов и гильз

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-11**

*знания:*

расчетных зависимостей для определения технологических параметров процессов обработки металлов давлением;

*умения:*

анализа распределения параметров напряженно-деформированного состояния изготавливаемой продукции;

применять расчетные зависимости для определения технологических параметров процессов обработки металлов давлением;

*навыки:*

применения методов инженерных расчетов.

### **ПК-5.3**

*навыки:*

Оформления конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МЕХАНИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СТРУКТУРЫ И ДЕФЕКТНОСТИ МАТЕРИАЛОВ В ПРОЦЕССАХ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ХОЛОДНОШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСТРЕЛОВ**

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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-11	ПК-5.3
5	9	Раздел 1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение. Общая система уравнений для малой и для конечной деформации. Методы сопротивления материалов пластическому деформированию, приближенного решения задач: совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности, линий скольжения; энергетические. Метод конечных элементов.	35	11	8	3	24	20	20
5	9	Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела. Особенности и роль контактного трения. Теория контактного трения и основные зависимости. Способы оценки сил контактного трения.	26	8	4	4	18	20	20
5	9	Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации. Растяжение. Испытание растяжением. Функциональная связь «интенсивность напряжений – степень (интенсивность) деформации». Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой. Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.	25	7	4	3	18	20	20
5	9	Раздел 4. Примеры решения задач методом СМПД. Определение напряженно-деформированного состояния в характерных зонах заготовки и технологических параметров при отбортовке. Определение параметров напряженно-деформированного состояния и силы деформирования при внедрении цилиндрического пуансона.	35	17	14	3	18	20	20
5	9	Раздел 5. Примеры решения задач. Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления. Определение силы осадки цилиндрической заготовки. Напряженно-деформированное состояние и сила деформирования при горячей объемной штамповке цилиндрических деталей с бобышкой.	23	8	4	4	15	20	20
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	На занятиях необходимо изучить и получить навыки использования одной из компьютерных программ, используемых при решении задач на пластическое формоизменение. Необходимо разобраться с особенностями задания механических свойств деформируемой заготовки и контактных условий.	3
2	Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.	На занятиях необходимо изучить и получить навыки использования одной из компьютерных программ, используемых при решении задач на пластическое формоизменение. Необходимо разобраться с особенностями задания механических свойств деформируемой заготовки и контактных условий.	4
3	Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации.	На занятиях необходимо изучить и получить навыки использования одной из компьютерных программ, используемых при решении задач на пластическое формоизменение. Необходимо разобраться с особенностями задания механических свойств деформируемой заготовки и контактных условий.	3
4	Раздел 4. Примеры решения задач методом СМПД.	На занятиях необходимо изучить и получить навыки использования одной из компьютерных программ, используемых при решении задач на пластическое формоизменение. Необходимо разобраться с особенностями задания механических свойств деформируемой заготовки и контактных условий.	3
5	Раздел 5. Примеры решения задач.	На занятиях необходимо изучить и получить навыки использования одной из компьютерных программ, используемых при решении задач на пластическое формоизменение. Необходимо разобраться с особенностями задания механических свойств деформируемой заготовки и контактных условий.	4
Всего за 9 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	Изучение рекомендованной литературы. Самостоятельная работа в программном комплексе Ansys (QForm, Deform 3D). Выполнение индивидуального задания по тематике магистерской диссертации.	24
2	Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.	Изучение рекомендованной литературы.	18
3	Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации.	Изучение рекомендованной литературы.	18
4	Раздел 4. Примеры решения задач методом СМПД.	Изучение рекомендованной литературы.	18
5	Раздел 5. Примеры решения задач.	Изучение рекомендованной литературы.	15
Всего за 9 семестр			93

#### 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
9						ДР	ТекК			ДР	ТекК	Отч. по ЛР			ТекК	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 36 экз.
2. Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 163 экз.
3. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
4. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 110 экз.
5. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 61 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. <https://e.lanbook.com/book/209966> — ЭБС Лань;
2. <https://e.lanbook.com/book/59586> — ЭБС Лань.

### 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. SolidWorks 2015 R5;
3. ANSYS 2020 R2;
4. КОМПАС-3D V17.

### 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. Microsoft Office;
2. SolidWorks 2015 R5;
3. ANSYS 2020 R2;
4. КОМПАС-3D V17.

### **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 **МЕХАНИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **обязательной части 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 *Е4 ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-11 Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий;

ПК-5.3 Способен работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства деталей машиностроения, вооружения и военной техники, патронов и гильз.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с комплексным подход к технологическим процессам обработки металлов давлением, объясняют и анализируют механические и физические процессы, происходящие в материале, а также методами расчета процессов пластического формоизменения металлов и параметров технологических операций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.</b>		
Изучение рекомендованной литературы. Самостоятельная работа в программном комплексе Ansys (QForm, Deform 3D). Выполнение индивидуального задания по тематике магистерской диссертации.	. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1,2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-3) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1,2)	24
Итого по разделу 1		24
<b>Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.</b>		
Изучение рекомендованной литературы.	. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2)	18
Итого по разделу 2		18
<b>Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации.</b>		
Изучение рекомендованной литературы.	. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (3) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3) К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (3)	18
Итого по разделу 3		18
<b>Раздел 4. Примеры решения задач методом СМПД.</b>		
Изучение рекомендованной литературы.	Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.	18

	<p>Д. Ф. Устинова, 2007 (4)</p> <p>. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4)</p> <p>К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)</p> <p>К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (4)</p>	
Итого по разделу 4		18
<b>Раздел 5. Примеры решения задач.</b>		
Изучение рекомендованной литературы.	<p>К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5)</p> <p>К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Механика процессов обработки давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (5)</p> <p>. Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (5)</p> <p>Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (5)</p>	15
Итого по разделу 5		15

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- 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.

#### Вопросы для текущего контроля

Перечень вопросов приведен в материалах учебно-методического комплекса.

Преподаватель задает 3 вопроса по тематике прошедших аудиторных занятий. Обучающийся, ответивший на 2 вопроса, считается прошедшим контрольное мероприятие.

#### Отчет по ЛР

Отчет о ЛР должен содержать описательную и расчетную части, где логически будет представлен процесс и оборудование для выполнения работы, основные результаты и выводы

#### Вопросы к экзамену

- 1) Общая система уравнений для малой и для конечной деформации;
- 2) Методы сопротивления материалов пластическому деформированию приближенного решения задач: совместного решения приближенных уравнений равновесия с приближенным условием пластичности,
- 3) Линии скольжения и энергетические методы.
- 4) Метод конечных элементов,
- 5) Особенности и роль контактного трения.
- 6) Теория контактного трения и основные зависимости. Способы оценки сил контактного трения.
- 7) Растяжение. Испытание растяжением. Функциональная связь «интенсивность напряжений – степень (интенсивность) деформации».
- 8) Сжатие. Напряженно-деформированное состояние материала сплошного цилиндрического тела при деформировании осевой силой.
- 9) Сжатие, как метод испытания материалов с целью определения характеристик механических свойств.
- 10) Определение напряженно-деформированного состояния в характерных зонах заготовки и технологических параметров при отбортовке.
- 11) Определение параметров напряженно-деформированного состояния и силы деформирования при внедрении цилиндрического пуансона.
- 12) Конечная деформация длинной толстостенной цилиндрической трубы под действием внутреннего и наружного равномерного давления.
- 13) Определение силы осадки цилиндрической заготовки.
- 14) Напряженно-деформированное состояние и сила деформирования при горячей объемной штамповке цилиндрических деталей с бобышкой.

#### Экзамен

Студент подготавливает письменно ответы на экзаменационные вопросы и рассказывает преподавателю устно.

Обучающийся, уверенно ответивший на все вопросы, получает 5 баллов.

Обучающийся, уверенно ответивший на все вопросы, но с незначительными неточностями, получает 4 балла.

Обучающийся, ответивший на вопросы с неточностями и неуверенно, получает 3 балла.

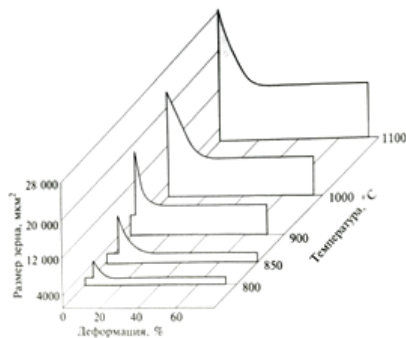
Обучающийся, ответивший на вопросы с серьезными неточностями, отправляется на "пересдачу".

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-11	ПК-5.3	
5	9	Раздел 1. Методы приближенного решения задач на пластическое формоизменение.	35	11	8	3	24	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Методы учета контактного трения при решении задач механики пластически деформируемого тела.	26	8	4	4	18	20	20	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Основные виды процесса пластической деформации.	25	7	4	3	18	20	20	Отчет по ЛР, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Примеры решения задач методом СМПД.	35	17	14	3	18	20	20	Отчет по ЛР, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 5. Примеры решения задач.	23	8	4	4	15	20	20	Отчет по ЛР, Вопросы для текущего контроля, Вопросы к экзамену
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	

**ОПК-11 - Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий**

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой интервал степени деформации для условной углеродистой стали следует считать критическим при горячей деформации с температурой 1000 °С?



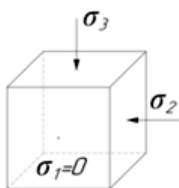
Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. 0...10%
  2. 10...20%
  3. 0...20%
  4. более 80%
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

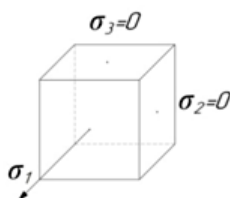
Представлены несколько схем напряжённого состояния. Какие из них можно объединить в одну группу?

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

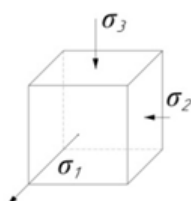
1.



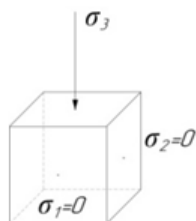
2.



3.



4.



- № 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Закончите фразу.

Возможность пластической деформации технических металлов при напряжениях значительно меньших, по сравнению с теоретическими, определяется наличием различного рода дефектов структуры основными из которых являются [\_\_\_].

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

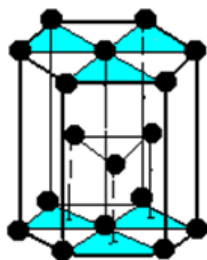
1. линейные дефекты.
2. точечные дефекты.
3. объёмные дефекты.
4. скопления точечных дефектов

- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

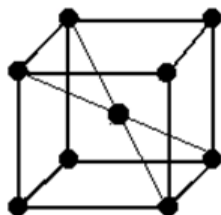
Какая из кристаллических структур, описываемых элементарной ячейкой, имеет большие возможности к пластической деформации?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1.

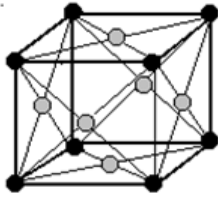


2,



3.





4.



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

Какое свойство металлов находит широкое применение в технологических процессах изготовления изделий машиностроения при термической обработке?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Полиморфное превращение
2. Увеличение количества дислокаций при росте температуры
3. Рост количества вакансий с ростом температуры
4. Увеличение скорости самодиффузии атомов

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

Какие из механизмов упрочнения проявляет себя наиболее активно при пластической деформации?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Твёрдорастворный
2. Дислокационный
3. Дисперсными выделениями
4. Зернограничное

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

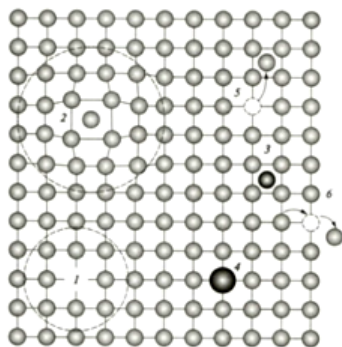
Какие факторы оказывают влияние на процессы деформации поликристаллов?

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

1. Температура деформации
2. Скорость деформации
3. Скорость рекристаллизации
4. Степень деформации
5. Скорость изменения нагрузки

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

Какие, из указанных дефектов структуры металлов, представлены на эскизе?



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

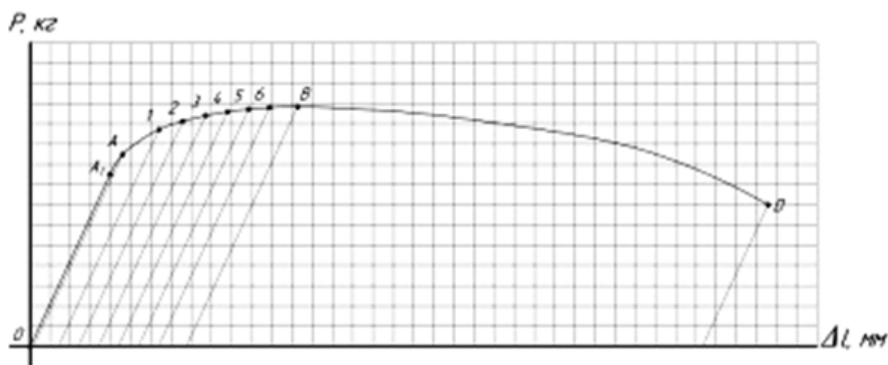
1. Вакансия
2. Краевая дислокация
3. Парный дефект Френкеля (пора Френкеля)
4. Винтовая дислокация
5. Дислоцированный атом внедрения

№ 9 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?

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Почему при анализе диаграммы “Сила - удлинение” нельзя использовать параметр удлинения в промежуточных точках участка BD для определения параметра деформации и напряжений?



№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите приведённые выражения со способами количественной оценки пластической деформации и укажите некорректные виды записей.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.  $\frac{L_{n+1}}{L_n}$

А. Абсолютна

2.	$\ln\left(\frac{\Delta H}{H_n}\right)$	Б. Относительная
3.	$\ln\left(\frac{H_{n+1}}{H_n}\right)$	В. Логарифмическая
4.	$\frac{\Delta F}{F_{n-1}}$	Г. Запись некорректна
5.	$\ln(\Delta F)$	
6.	$\Delta L$	
7.	$\frac{\Delta F}{F_0}$	

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие.

В технологических процесса изготовления изделий с применением обработки давлением при нагреве заготовок или изделий могут проходить процессы возврата или рекристаллизации.

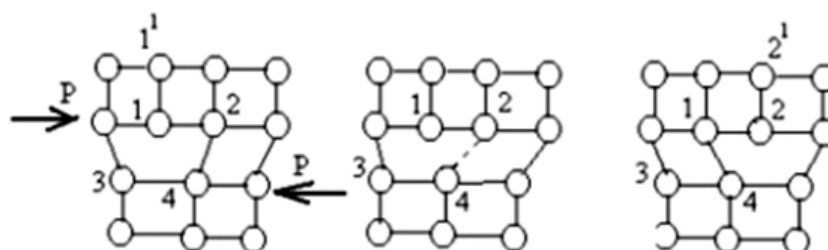
Укажите характерные условия протекания и результаты этих процессов.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	Процесс возврата проходит при ...	сохраняется А. текстура деформации к снятию остаточных
2.	Процесс рекристаллизации проходит при ...	Б. напряжений и разупрочнению металла
3.	В результате прохождения возврата ...	нагреве до температуры (0,25...0,30) Тпл
4.	В результате прохождения рекристаллизации ...	нагреве выше температуры фазовых превращений
		Д. температуры более 0,40 Тпл
		нагреве до температуры начала фазовых превращений
		Е. формируется
		Ж.

№ 13 Прочитайте текст и установите последовательность  
Прочитайте текст и установите последовательность.

Опишите по этапам порядок перемещения краевой дислокации.



Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Связь между атомами 1 и 4 восстанавливается, а между атомами 2 и 4 обрывается.
2. Дислокация перемещается на одно межатомное расстояние.
3. Под действием сдвигающих нагрузок в кристалле формируется экстраплоскость дислокации
4. Под действием сдвигающей силы  $P$  смещение плоскостей приводит к уменьшению расстояния 1-4 и увеличению расстояния 2-4

№ 14 Прочитайте текст и установите последовательность  
Прочитайте текст и установите последовательность.

Постройте наиболее корректный порядок описания реализации механизма Франка-Рида при пластической деформации.

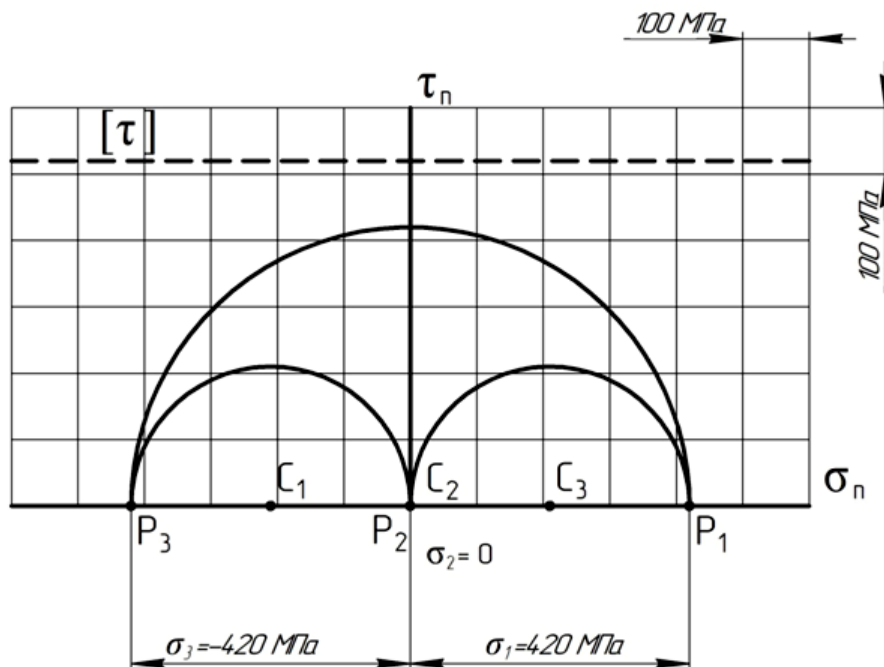
Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. По мере такого прогиба линия дислокации последовательно изменяет форму полукруга, а затем закручивается относительно точек закрепления и формирует сходящиеся выступы.
2. Линия дислокации восстанавливает свою исходную форму и дополнительно генерирует кольцевую дислокацию растущую во все стороны.
3. В определённый момент прогиба выступы сходятся в результате чего линия дислокации разрывается.
4. При увеличении напряжения исходная линия дислокации (или дислокационный сегмент), закрепленная в неких точках, будет выгибаться.

**ПК-5.3 - Способен работать с научно-технической литературой и электронными средствами информации, проводить научные исследования, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области проектирования и производства деталей машиностроения, вооружения и военной техники, патронов и гильз**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

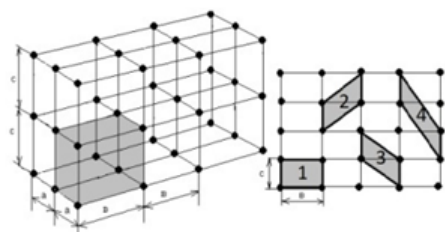
Напряжённое состояние материальной частицы описано круговой диаграммой напряжений Мора.



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

- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Какой тип элементарной ячейки следует считать наиболее рациональным для построения решётки и анализа структуры?

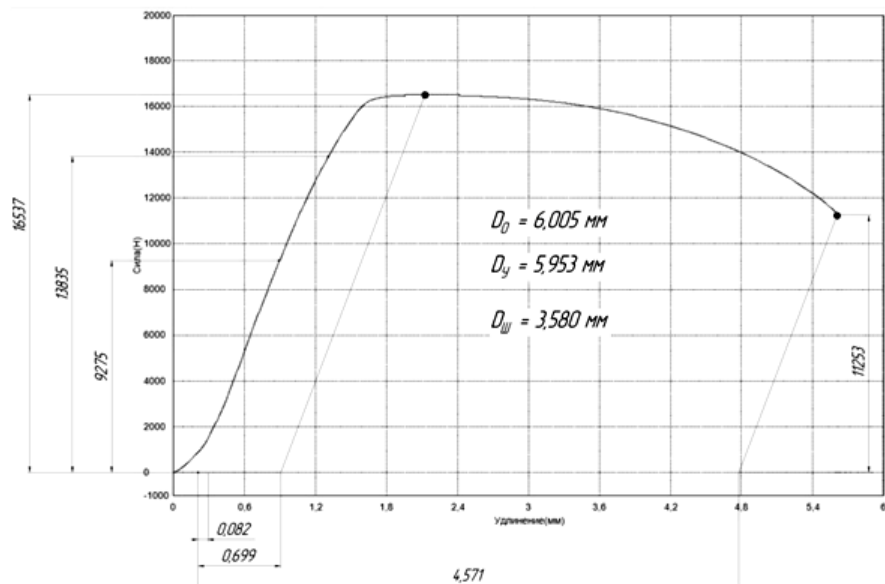


Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. №1
2. №2
3. №3
4. №4

- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Определите предел прочности материала по результатам испытаний цилиндрического образца на растяжение.



№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Прочитайте текст и установите последовательность.

При нагреве заготовки из стали от нормальной температуры до температуры плавления её структура претерпевает полиморфное превращение.

Укажите порядок полиморфного превращения для стали.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. ОЦК

2. ОЦК

3. ГЦК

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите формулы с параметрами механических свойств, которые определяют по результатам испытания цилиндрических образцов растяжением в соответствии с ГОСТ 1497-84.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	$\frac{P_T}{F_0}$	А.	Предел прочности
2.	$\frac{P_{max}}{F_y}$	Б.	Условный предел текучести
3.	$\frac{P_{0,2}}{F_0}$	В.	Пределные напряжения разрушения
4.	$\frac{P_{max}}{F_0}$	Г.	Пределные устойчивые напряжения
5.	$\eta \frac{P_p}{F_{ш}}$		

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие.

Соотнесите достоинства и недостатки горячей деформации.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	Меньшая опасность разрушения	А. Достоинство
2.	Применение оборудования меньшей мощности	Б. Недостаток
3.	Поддержание постоянной высокой температуры	
4.	Качество поверхности	
5.	Текстура и анизотропия свойств металла менее выражены	
6.	Точность размеров поковок	
7.	Неоднородность структуры и свойств поковок	
8.	Устранение промежуточного отжига	
9.	Получение мелкозернистой структуры	

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность  
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.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

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

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность  
Прочитайте текст и установите последовательность.

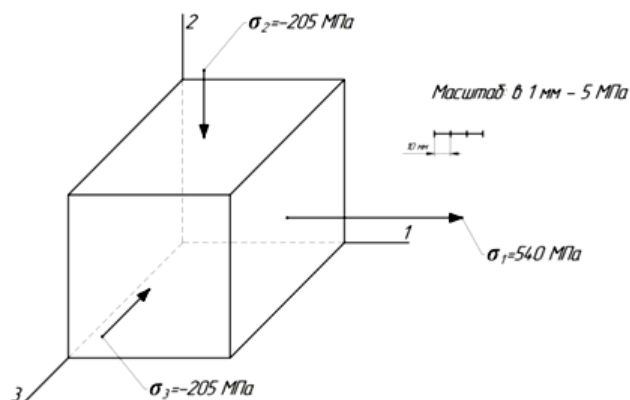
Приведены функции проекций перемещения материальной точки  $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$ . Укажите общую последовательность проведения расчётов для определения параметров и вида деформированного состояния (для малой деформации).

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1.  $\nu_\sigma$
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.  $T_\varepsilon^0$

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

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

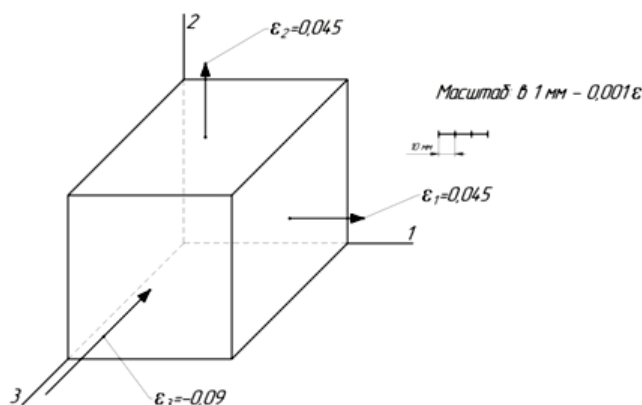
Какой фактор оказывает наибольшее влияние на соотношение между внутрикристаллитной и межкусталлитной деформацией?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Химический состав металла
2. Температура деформации
3. Физические свойства структуры металла
4. Механические свойства отдельных монокристаллов

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

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

По какой формуле определяют предел текучести по результатам испытания цилиндрических образцов растяжением в соответствии с ГОСТ 1497-84?

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

1.  $\frac{P_T}{F_0}$  ; 2.  $\frac{P_{0,2}}{F_0}$  ; 3.  $\frac{P_{max}}{F_0}$  ;  
4.  $\frac{P_{max}}{F_y}$  ; 5.  $\frac{P_P}{F_0}$  ;

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

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

Приведено описание различных плоскостей в металлах. Какие из этих плоскостей, как правило, являются совпадающими при изменении формы?

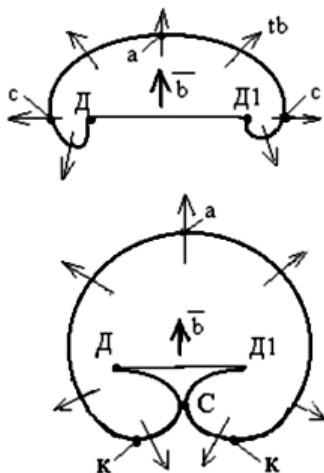
Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора.

1. На плоскостях скольжения
2. На плоскостях имеющих угол наклона к направлению внешней силы в  $45^\circ$
3. На плоскостях, по которым действует максимальное касательное напряжение
4. На плоскостях имеющих угол наклона к направлению внешней силы в  $90^\circ$
5. На плоскостях, по которым действует максимальное нормальное напряжение

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

Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

На эскизе показаны этапы формирования совмещенной кольцевой дислокации из краевой под сдвигающих напряжений  $b$ . В каких точках вид дислокации будет строго винтовым?



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

1. В точке "а"
2. В точке "с"
3. В точке "К"

4. В точке “С”

№ 16 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Прочитайте текст и установите соответствие.

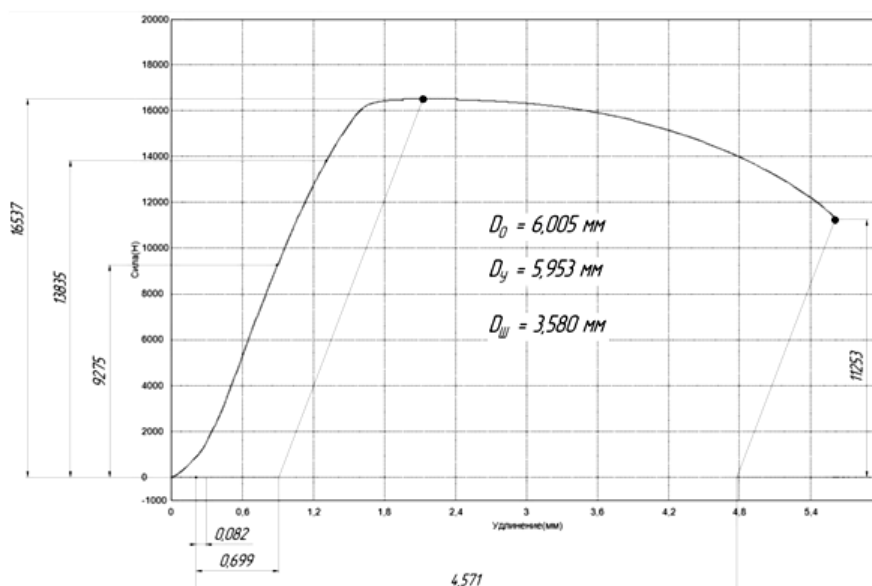
Соотнесите основные уравнения теории деформаций и параметры деформированного состояния, которые определяют с их помощью.

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	$\sqrt{\frac{4}{3} \cdot I_2(D_\epsilon)}$	А.	$\epsilon_i$
2.	$\frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\epsilon_x - \epsilon_y)^2 + (\epsilon_y - \epsilon_z)^2 + (\epsilon_z - \epsilon_x)^2 + \frac{3}{2}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)}$	Б.	$\nu_\epsilon$
3.	$\frac{\operatorname{tg}(\beta_\epsilon - 30^\circ)}{\operatorname{tg}(30^\circ)}$	В.	$\beta_\epsilon$
4.	$\frac{2\epsilon_2 - \epsilon_1 - \epsilon_3}{\epsilon_1 - \epsilon_3}$	Г.	
5.	$\frac{4}{\epsilon_i^3} \cdot I_3(D_\epsilon)$		
6.	$\frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\epsilon_1 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_3 - \epsilon_1)^2}$		

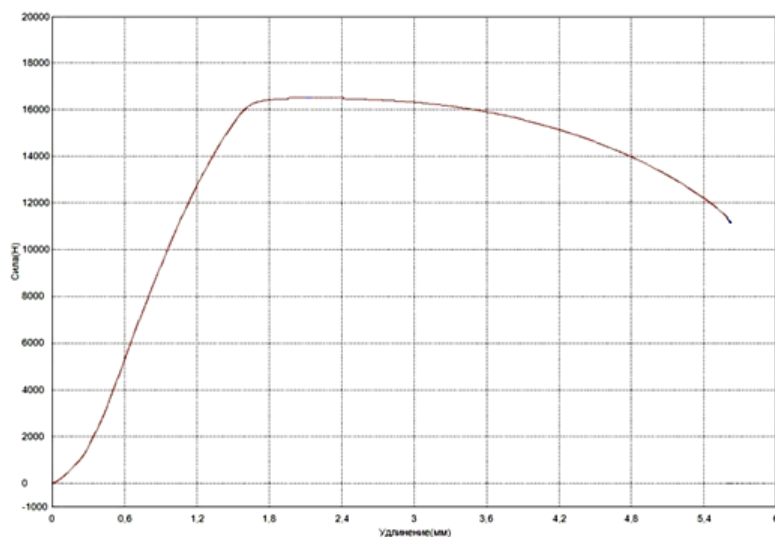
№ 17 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Определите предел прочности материала по результатам испытаний цилиндрического образца на растяжение.



№ 18 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ.

Опишите порядок определения предела текучести материала по графику “Р - ΔL” при испытании цилиндрических образцов растяжением в соответствии с ГОСТ 1497-84.



№ 19 Прочитайте текст и установите соответствие  
Прочитайте текст и установите соответствие.

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

К каждой позиции в левом столбце, подберите позицию из правого столбца.

1.	$\frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3}$	А.	$\sigma_{ср}$
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.	$\frac{\operatorname{tg}(\beta_\sigma - 30^\circ)}{\operatorname{tg}(30^\circ)}$	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.	$\frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$		