

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ 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	
6	11	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	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: 2025

Программу составил:

Кафедра Е4 **ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Нестеров Николай Иванович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

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**

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ 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:

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:

### **ПК-5.3**

*знания:*

основных видов экспериментальных исследований, применяемых в области обработки металлов давлением при исследованиях закономерностей пластической деформации, влияния различных факторов на протекание процессов обработки металлов давлением, при отработке технологических процессов изготовления машиностроительной продукции;

*умения:*

применять различные методы экспериментальных исследований при проектировании изделий и технологических процессов в машиностроении;

*навыки:*

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки по результатам

экспериментальных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ, МЕХАНИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСТРЕЛОВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-10 — Способен разрабатывать физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики
- ОПК-11 — Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий
- ОПК-9 — Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций
- ПК-5.2 — Способен разрабатывать современные технологии производства патронов, гильз, деталей машиностроения, вооружения и военной техники
- 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

### 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	Лабораторный практикум		ПК-5.3
6	11	Раздел 1. Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок (метод твердости, метод делительной сетки, метод микроструктурных измерений, метод моделирования на многослойном материале, метод муаровых полос, поляризационно-оптический метод, метод голографической интерферометрии).	19	10	10	0	9	10
6	11	Раздел 2. Раздел 2. Методы определения твердости металлов и сплавов. Твердость по Бринеллю, твердость по Роквеллу, твердость по Виккерсу, микротвердость.	8	4	4	0	4	10
6	11	Раздел 3. Раздел 3. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации». Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на растяжение, испытанием на сжатие.	7	2	2	0	5	10
6	11	Раздел 4. Раздел 4. Определение механических свойств металлов и сплавов. Испытание на растяжение, испытание на сжатие, испытание на кручение, другие виды испытаний.	8	4	4	0	4	10
6	11	Раздел 5. Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением. Методы определения значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	7	2	2	0	5	10
6	11	Раздел 6. Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов. Оптическая микроскопия, электронная микроскопия.	6	2	2	0	4	10
6	11	Раздел 7. Раздел 7. Акустические методы испытаний. Физические основы методов, методы ультразвукового контроля, ультразвуковой контроль листов, контроль поковок и деталей оборудования и технологической оснастки.	8	2	2	0	6	10
6	11	Раздел 8. Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы). Испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом, испытания труб, испытания на способность к глубокой вытяжке.	6	2	2	0	4	10
6	11	Раздел 9. Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов. Экспериментальные исследования, применяемые для построения диаграмм пластичности: испытания на растяжение, испытания на кручение, испытания на сжатие, испытания на изгиб, растяжение образцов в условиях гидростатического сжатия, растяжение образцов с выточками, гидростатическое выдавливание мембран.	8	2	2	0	6	10
6	11	Раздел 10. Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки. Методика исследования напряженно-деформированного состояния заготовки на операциях гибки листового материала, вытяжки, обжима, отбортовки, осадки, выдавливания и др.	31	21	4	17	10	10
Всего за 11 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 10. Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	Исследование деформированного и напряженного состояний наружной поверхности изгибаемой листовой заготовки при холодной деформации	9
2		Экспериментальное исследование деформации контактной поверхности цилиндра, деформируемого в холодную свободной осадкой плоскопараллельными плитами	8
Всего за 11 семестр			17

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	9
2	Раздел 2. Раздел 2. Методы определения твердости металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной	4

		литературе.	
3	Раздел 3. Раздел 3. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	5
4	Раздел 4. Раздел 4. Определение механических свойств металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	4
5	Раздел 5. Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	5
6	Раздел 6. Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	4
7	Раздел 7. Раздел 7. Акустические методы испытаний.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	6
8	Раздел 8. Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	4
9	Раздел 9. Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	6
10	Раздел 10. Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	10
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>57</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
11					ТекК	ДР			ТекК	ДР	ЛР				ТекК	ДР	Вопр. Зач, Презент., ЛР, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- Презент. – презентация;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- презентация.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, эл. рес.
2. А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
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, 163 экз.
4. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности. СПб.: Политехника, 2009, 70 экз.
5. Н. П. Агеев, В. А. Лобов, Е. В. Затеруха. . Экспериментальное исследование процессов вытяжки и обжима. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
6. С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.

### 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:

не требуется.

### 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. Лабораторные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; 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 **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ 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*:  
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 различными видами экспериментальных исследований (Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок. Определение механических свойств металлов и сплавов. Методы определения твердости металлов и сплавов. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации». Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением. Исследование структуры металлов и сплавов. Акустические методы испытаний. Технологические испытания (технологические пробы). Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- презентация.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6.2) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3)	9
Итого по разделу 1		9
<b>Раздел 2. Раздел 2. Методы определения твердости металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (1) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	4
Итого по разделу 2		4
<b>Раздел 3. Раздел 3. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (4)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Раздел 4. Определение механических свойств металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4) А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (6)	4
Итого по разделу 4		4
<b>Раздел 5. Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Д. В. Усманов. . Прикладная теория пластичности: СПб.: Политехника, 2009 (1.1.5)	5
Итого по разделу 5		5

<b>Раздел 6. Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (3)	4
Итого по разделу 6		4
<b>Раздел 7. Раздел 7. Акустические методы испытаний.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (7)	6
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (6) С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (5)	4
Итого по разделу 8		4
<b>Раздел 9. Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (7)	6
Итого по разделу 9		6
<b>Раздел 10. Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе.	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (4) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4) Д. П. Кузнецов, Н. И. Нестеров, К. М. Иванов. . Теория пластичности и теория обработки металлов давлением: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (3-5) Н. П. Агеев, В. А. Лобов, Е. В. Затеруха. . Экспериментальное исследование процессов вытяжки и обжима: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1, 2)	10
Итого по разделу 10		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- презентация;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- лабораторная работа;
- 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.

#### Презентация

Примерные темы презентаций:

1. Общая характеристика геометрических методов исследования напряженно-деформированного состояния.
2. Характеристика метода координатной сетки.
3. Характеристика метода сопротивления материалов пластическому деформированию.
4. Характеристика метода моделирования на многослойном материале.
5. Характеристика метода визиопластичности.
6. Характеристика метода муара.
7. Характеристика метода электрогидродинамической аналогии).
8. Общая характеристика поляризационно-оптических методов исследования напряженно-деформированного состояния.
9. Характеристика метода фотоупругости.
10. Характеристика метода фотопластичности.
11. Характеристика метода оптически-чувствительных покрытий.
12. Общая характеристика структурно-наследственных методов исследования напряженно-деформированного состояния.
13. Характеристика микроструктурного метода.
14. Характеристика метода измерения твердости.
15. Характеристика метода хрупких покрытий.
16. Характеристика интерферометрического метода.
17. Характеристика рентгеновский метода.
18. Общая характеристика методов тензометрирования.
19. Испытание на растяжение.
20. Испытание на сжатие.
21. Испытание на кручение.
22. Методы определения твердости металлов и сплавов.
23. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на растяжение.
24. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на сжатие.
25. Методы определения значений коэффициента трения.
26. Методы построения диаграмм предельной пластичности металлов и сплавов.
27. Методы исследования структуры металлов и сплавов.
28. Характеристика акустических методов испытаний.
29. Технологические испытания (технологические пробы): испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом.
30. Технологические испытания (технологические пробы): испытания труб.
31. Технологические испытания (технологические пробы): испытания на способность к глубокой вытяжке.

Презентация должна быть выполнена в формате .pptx.

Количество слайдов - до 20.

Обучающийся, используя презентацию, выступает с коротким докладом (примерно 5 минут) на практическом занятии, отвечает на вопросы преподавателя и других обучающихся.

Задание считается выполненным, если презентация выполнена в соответствии с требованиями, содержательная часть соответствует теме презентации, обучающийся в докладе показал владение информацией по теме и, в основном, ответил на все вопросы.

### **Вопросы для текущего контроля**

Вопросы для текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы разрабатываются (обновляются) ежегодно в соответствии с материалами, изученными обучающимися.

### **Вопросы к зачету**

1. Общая характеристика геометрических методов исследования напряженно-деформированного состояния.
2. Характеристика метода координатной сетки.
3. Характеристика метода сопротивления материалов пластическому деформированию.
4. Характеристика метода моделирования на многослойном материале.
5. Характеристика метода визиопластичности.
6. Характеристика метода муара.
7. Характеристика метода электрогидродинамической аналогии).
8. Общая характеристика поляризационно-оптических методов исследования напряженно-деформированного состояния.
9. Характеристика метода фотоупругости.
10. Характеристика метода фотопластичности.
11. Характеристика метода оптически-чувствительных покрытий.
12. Общая характеристика структурно-наследственных методов исследования напряженно-деформированного состояния.
13. Характеристика микроструктурного метода.
14. Характеристика метода измерения твердости.
15. Характеристика метода хрупких покрытий.
16. Характеристика интерферометрического метода.
17. Характеристика рентгеновский метода.
18. Общая характеристика методов тензометрирования.
19. Испытание на растяжение.
20. Испытание на сжатие.
21. Испытание на кручение.
22. Методы определения твердости металлов и сплавов.
23. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на растяжение.
24. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации» испытанием на сжатие.
25. Методы определения значений коэффициента трения.
26. Методы построения диаграмм предельной пластичности металлов и сплавов.
27. Методы исследования структуры металлов и сплавов.
28. Характеристика акустических методов испытаний.
29. Технологические испытания (технологические пробы): испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом.
30. Технологические испытания (технологические пробы): испытания труб.
31. Технологические испытания (технологические пробы): испытания на способность к глубокой вытяжке.

### **Лабораторная работа**

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном или рукописном виде. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Оформление отчёта должно соответствовать основным положениям ГОСТ 7.32-2017.

Отчёт следует считать выполненным и сданным, если он содержит все требуемые разделы, расчёты и графические материалы.

### **Зачет**

По каждому контрольному мероприятию обучающий (три диагностических работы, сдача двух отчетов по лабораторным работам, презентации и учет посещаемости занятий) обучающийся набирает баллы в соответствии технологической картой дисциплины. Минимальное количество баллов и

количество баллов, необходимое для получения оценки "зачтено", устанавливается нормативным актом по университету.

Оценка "зачтено" - при условии выполнения лабораторных работ, защиты отчетов и представление презентации.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПК-5.3	
6	11	<b>Раздел 1. Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.</b>	19	10	10	0	9	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
6	11	<b>Раздел 2. Раздел 2. Методы определения твердости металлов и сплавов.</b>	8	4	4	0	4	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
6	11	<b>Раздел 3. Раздел 3. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».</b>	7	2	2	0	5	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Презентация
6	11	<b>Раздел 4. Раздел 4. Определение механических свойств металлов и сплавов.</b>	8	4	4	0	4	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Презентация
6	11	<b>Раздел 5. Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.</b>	7	2	2	0	5	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Презентация
6	11	<b>Раздел 6. Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.</b>	6	2	2	0	4	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Презентация
6	11	<b>Раздел 7. Раздел 7. Акустические методы испытаний.</b>	8	2	2	0	6	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету



6	11	<b>Раздел 8. Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).</b>	6	2	2	0	4	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Презентация
6	11	<b>Раздел 9. Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.</b>	8	2	2	0	6	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Презентация
6	11	<b>Раздел 10. Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.</b>	31	21	4	17	10	10	Лабораторная работа
<b>Всего за 11 семестр</b>			108	51	34	17	57	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

**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

Какие экспериментальные методы применяют для получения зависимости «интенсивность деформации – интенсивность напряжений»?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Соотнесите основные действия исследователя (взаимосвязи физических явлений) и экспериментальные методы определения параметров напряженно-деформированного состояния пластически деформируемой заготовки.

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

1.	Метод делительной (координатной сетки)	Изменении оптических А. свойств материалов под нагрузкой Изменение удельного электрического сопротивления
2.	Метод твердости	Б. при изменении длины (площади поперечного сечения) проводника Нанесение на заготовку системы меток, форма и положение которых достаточно просто
3.	Поляризационно-оптический метод	В. описывается в какой-либо системе координат. Измерение координат меток после деформации.
4.	Тензометрический метод	Г. Получение зависимости между интенсивностью напряжений, интенсивностью деформаций и твердостью по Виккерсу, измерение твердости после

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Способность листового металла к вытяжке проверяют экспериментально. Охарактеризуйте два применяемых в промышленности испытания. Что позволяет определить каждый метод?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Твердость металлов и сплавов измеряют на различных приборах. Принципы действия таких приборов предложены учеными, чьи имена названы методы определения твердости. Соотнесите с названия методов определения твердости с обозначениями параметров твердости, измеряемых на таких приборах

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

1.	HRA	А. Метод определения твердости по Бринелю
2.	HB	Б. Метод определения твердости по Роквеллу
3.	HRB	В. Метод определения твердости по Виккерсу
4.	HV	
5.	HRC	

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность действий экспериментатора в процессе определения параметров напряженно-деформированного состояния методом делительной сетки.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Расчет параметров деформированного состояния.
2. Нанесение различными способами сетки или системы меток на поверхность заготовки.
3. Расчет параметров напряженного состояния.
4. Измерение размеров ячеек сетки (координат меток) до пластической деформации заготовки.
5. Измерение размеров ячеек сетки (координат меток) после (в процессе) пластической деформации заготовки.

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите методы определения коэффициента трения в процессах пластического деформирования заготовки от наиболее точного.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. Метод клещевого захвата
2. Метод осаживания образцов коническими бойками
3. Метод точечных датчиков
4. Метод с использованием аналитических формул для определения силы деформирования

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

ответа

Применив метод делительной(координатной) сетки с использованием круглой сетки, нанесенной на поверхность деформируемой заготовки, для условий монотонной деформации можно определить определенные параметры напряженно-деформированного состояния свободной от контакта с инструментом поверхности заготовки.

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Величину главных деформаций, интенсивности деформаций и интенсивности напряжений.
2. Величину главных деформаций, главных напряжений, интенсивности деформаций и интенсивности напряжений
3. Значение твердости в окрестностях материальной точки и значения интенсивности напряжений и интенсивности деформаций.
4. Величину деформаций и нормальных напряжений в направлениях координатных осей.

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

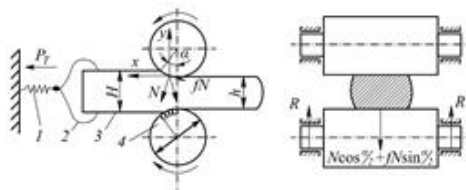
Применив метод делительной(координатной) сетки с использованием квадратной сетки, нанесенной на поверхность деформируемой заготовки, для условий монотонной деформации можно определить определенные параметры напряженно-деформированного состояния свободной от контакта с инструментом поверхности заготовки.

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора.

1. Величину главных деформаций, интенсивности деформаций и интенсивности напряжений.
2. Величину главных деформаций, главных напряжений, интенсивности деформаций и интенсивности напряжений
3. Значение твердости в окрестностях материальной точки и значения интенсивности напряжений и интенсивности деформаций.
4. Величину деформаций и нормальных напряжений в направлениях координатных осей.

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

При определении значения коэффициента трения по методу клещевого захвата используют расчетные) величины и измеряемые в процессе эксперимента. Выберите из списка измеряемые величины.



Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. R
2. N
3. h
4. H
5. PT

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

Какие методы исследования напряженно-деформированного состояния пластически деформируемой заготовки относят к группе геометрических методов?

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. микроструктурный метод
2. метод координатной сетки
3. метод моделирования на многослойном материале
4. метод измерения твердости
5. интерферометрический метод
6. метод визиопластичности

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

Что лежит в основе метода твердости?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Постулат о существовании однозначной функциональной зависимости (связи) между твердостью деформированного материала и интенсивностью напряжений
2. Эффект, суть которого заключается в появлении чередующихся темных и светлых полос при наложении одной на другую двух или более растровых сеток
3. Интерференция волн
4. Измерение длин прямолинейных отрезков, пересекающих в установленных направлениях определенное число зерен

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

В чем заключается суть метода определения твердости по Виккерсу?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Заключается во внедрении в поверхность образца алмазного конуса (шкалы А, С, D) или стального сферического наконечника (шкалы В, Е, F, G, Н, К) под действием последовательно прилагаемых усилий предварительного  $P_0$  и основного  $P_1$
2. Заключается во вдавливании алмазного наконечника в форме правильной четырехгранной пирамиды в образец под действием нагрузки  $P$ , приложенной в течение определенного времени, и измерении диагоналей отпечатка  $d_1$ ,  $d_2$ , оставшихся на поверхности образца после снятия нагрузки
3. Заключается во вдавливании шарика (стального или из твердого сплава) в образец под действием усилия, приложенного перпендикулярно к поверхности образца, в течение определенного времени, и измерении диаметра отпечатка после снятия усилия.
4. В тесте правильный ответ отсутствует