

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Знаменский Е.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ

Направление/специальность подготовки	15.03.01 Машиностроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Машины и технология обработки металлов давлением
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Заочная
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	3	108	4	0	0	4	104	0	0	104	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.03.01 Машиностроение**

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 МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ 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-1.2 — Способен определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования

ПК-1.6 — Способен проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1.2**

*знания:*

основных математических, физических, химических и др. положений, законов и т. п. сведений, необходимых для применения в области обработки металлов давлением при изготовлении машиностроительной продукции;

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 стандартных испытаний механических свойств металлов;

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки по результатам

экспериментальных исследований.

### **ПК-1.6**

*знания:*

основных математических, физических, химических и др. положений, законов и т. п. сведений, необходимых для применения в области обработки металлов давлением при изготовлении машиностроительной продукции;

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 стандартных испытаний механических свойств металлов;

проведения расчетов параметров напряженно-деформированного состояния заготовки по результатам экспериментальных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ, ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ, ПЛАНИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА, ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
- ОПК-12 — Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
- ПК-1.1 — Способен разрабатывать новые технологические процессы листовой и объемной холодной штамповки,ковки, горячей штамповки
- ПК-1.2 — Способен определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования
- ПК-1.5 — Способен проводить оценку возможности изготовления деталей методами штамповки, оценку технологичности применяемых в кузнечно-штамповочном производстве материалов, вносить предложения по повышению технологичности конструкции штампуемых деталей
- ПК-1.6 — Способен проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения

### 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	Практические занятия		ПК-1.2	ПК-1.6
5	9	<b>Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.</b> Геометрические методы (метод координатной сетки, метод сопротивления материалов пластическому деформированию, метод моделирования на многослойном материале, метод визиопластичности, метод муара, метод электрогидродинамической аналогии). Поляризационно-оптические методы (метод фотоупругости, метод фотопластичности, метод оптически-чувствительных покрытий). Структурно-наследственные методы (микроструктурный метод, метод измерения твердости, метод хрупких покрытий, интерферометрический метод, рентгеновский метод). Метод тензометрирования. Комбинированные методы.	24	2	2	22	10	10
5	9	<b>Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.</b> Испытание на растяжение, испытание на сжатие, испытание на кручение, другие виды испытаний.	11	1	1	10	10	10
5	9	<b>Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.</b> Твердость по Бринелю, твердость по Роквеллу, твердость по Виккерсу, микротвердость.	11	1	1	10	10	10
5	9	<b>Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».</b> Испытание на растяжение, испытание на сжатие.	12	0	0	12	10	10
5	9	<b>Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.</b> Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	10	0	0	10	10	10
5	9	<b>Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.</b> Оптическая микроскопия, электронная микроскопия.	8	0	0	8	10	10
5	9	<b>Раздел 7. Акустические методы испытаний.</b> Физические основы методов, методы ультразвукового контроля, ультразвуковой контроль листов, контроль поковок и деталей оборудования и технологической оснастки.	10	0	0	10	10	10
5	9	<b>Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).</b> Испытание на изгиб и загиб, испытание на изгиб с перегибом, испытания труб, испытания на способность к глубокой вытяжке.	6	0	0	6	10	10
5	9	<b>Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.</b> Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	6	0	0	6	10	10
5	9	<b>Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.</b> Гибка листового материала, вытяжка, обжим, отбортовка, осадка, выдавливание и др.	10	0	0	10	10	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	4	4	104	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	4	4	104	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	Геометрические методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок	2
2	Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.	Методы определения механических свойств металлов	1
3	Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.	Методы определения твердости. Метод твердости для определения параметров напряженно-деформированного состояния.	1
<b>Всего за 9 семестр</b>			4

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

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	22
2	Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	10

3	Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	10
4	Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	12
5	Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	10
6	Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	8
7	Раздел 7. Акустические методы испытаний.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	10
8	Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	6
9	Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	6
10	Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	10
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>104</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
<b>9</b>					ТекК	ДР			ТекК	ДР					ТекК	ДР	Презент., зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Презент. – презентация;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- 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. К. М. Иванов, Н. И. Нестеров, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
4. С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов. Старый Оскол: ТНТ, 2020, эл. рес.
5. С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов. Старый Оскол: ТНТ, 2015, 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:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### 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. Практические занятия:**

1. Твердомеры Роквелла.

### **6.2. 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 МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.03.01 Машиностроение*. 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-1.2 Способен определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования;

ПК-1.6 Способен проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения.

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;
- презентация.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**4 ч.**), самостоятельная работа студента (**104 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 4 ч. аудиторных занятий, и 104 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 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 (п.6.2) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (глава 3)	22
Итого по разделу 1		22
<b>Раздел 2. 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 (п.4) С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2020 (глава 1)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. 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 (глава 4)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».</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 (п.4) А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (глава 6)	12
Итого по разделу 4		12
<b>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, Н. А. Бунина. . Прикладная теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (п.1.1.5)	10
Итого по разделу 5		10

<b>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 (глава 3)	8
Итого по разделу 6		8
<b>Раздел 7. Акустические методы испытаний.</b>		
Изучение материала по конспекту и рекомендованной литературе	С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2015 (глава 7)	10
Итого по разделу 7		10
<b>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 (п.6) С. Ю. Быков, С. А. Схиртладзе. . Испытания материалов: Старый Оскол: ТНТ, 2015 (глава 5)	6
Итого по разделу 8		6
<b>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 (п.7)	6
Итого по разделу 9		6
<b>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, 2015 (глава 4) А. В. Титов, А. О. Фанифатов, Е. В. Затеруха. . Теория пластичности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (глава 4)	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;
- 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

Презентации выполняются по тематике разделов.

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.

### **Зачет**

Оценка "зачтено" - при выполнении презентации и успешного прохождения диагностических работ.

Если обучающийся не проходил или не прошел диагностические работы, то для оценки "зачтено" необходимо пройти итоговый тест (более 60% правильно отвеченных вопросов из 30 вопросов).

Вопросы итогового

теста - сумма вопросов трех диагностических работ.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-1.2	ПК-1.6	
5	9	Раздел 1. Методы исследования напряженно-деформированного состояния деформируемых заготовок.	24	2	2	22	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Определение механических свойств металлов и сплавов.	11	1	1	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
5	9	Раздел 3. Методы определения твердости металлов и сплавов.	11	1	1	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Определение функциональной зависимости «интенсивность растяжений – интенсивность деформации».	12	0	0	12	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
5	9	Раздел 5. Определение значений коэффициента трения в процессах обработки металлов давлением.	10	0	0	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 6. Исследование структуры металлов и сплавов.	8	0	0	8	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
5	9	Раздел 7. Акустические методы испытаний.	10	0	0	10	10	10	Презентация, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 8. Технологические испытания (технологические пробы).	6	0	0	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 9. Диаграммы предельной пластичности металлов и сплавов.	6	0	0	6	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 10. Исследование операций холодной листовой и объемной штамповки.	10	0	0	10	10	10	Вопросы для текущего контроля, Презентация
Всего за 9 семестр			108	4	4	104	100	100	
Всего по дисциплине			108	4	4	104	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ

### ПК-1.2 - Способен определять напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе ее пластического деформирования

№ 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 название группы методов экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния и названия метода.

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

1.	Метод оптически чувствительных покрытий	А. Геометрические методы
2.	Метод координатной сетки	Структурно-наследственные методы
3.	Метод муара	Поляризационно-оптические методы
4.	Метод моделирования на многослойном материале	
5.	Микроструктурный метод	
6.	Метод твердости	

№ 3 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.

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Запишите формулы для расчета параметров напряженно-деформированного состояния по результатам измерения деформированной координатной сетки на свободной поверхности изгибаемой заготовки.

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в порядке возрастания по величине характеристики механических свойств металлов и сплавов, используемые в технологических расчетах процессов обработки металлов давлением и в расчетах штампового инструмента на прочность.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.



1. Предел прочности (временное сопротивление)
2. Предел упругости
3. Предел текучести
4. Предел пропорциональности
5. Истинное напряжение при разрыве образца при испытании на растяжение

№ 6 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	Получение зависимости между интенсивностью напряжений, интенсивностью деформаций и Г. твердостью по Виккерсу, измерение твердости после пластического деформирования заготовки.

№ 7 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.

№ 8 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.

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

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что лежит в основе метода твердости?

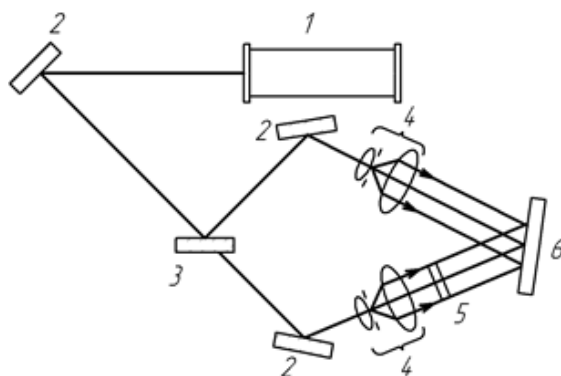
Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

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

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

Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что изображено на схеме установки для получения голограммы под номером 5?



Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. фотопластинка
2. лазер
3. исследуемый объект
4. полупрозрачное зеркало
5. система линз

№ 11 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

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

Для исследования напряженно-деформированного состояния в объеме деформируемой заготовки используют составные заготовки. Делительную (координатную сетку наносят на поверхность одной из частей составной заготовки.

При каких условиях возможно определить все параметры напряженно-деформированного состояния?

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

1. На плоскости разреза заготовки в процессе деформирования должны действовать сжимающие нормальные напряжения
2. По плоскости разреза составной заготовки должны действовать касательные напряжения.

3. На плоскости разреза заготовки в процессе деформирования не должны действовать нормальные напряжения.

4. В какой-либо точке на поверхности разреза заготовки необходимо знать (экспериментально определить) значение одного из нормальных напряжений.

5. По плоскости разреза составной заготовки должны отсутствовать касательные напряжения.

**ПК-1.6 - Способен проводить эксперименты по исследованию технологических параметров операций обработки металлов давлением по стандартным и заданным методикам, обрабатывать и технически грамотно оформлять результаты научно-исследовательских работ в области машиностроения**

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

С какой целью проводят испытания на изгиб?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Для определения предельного угла изгиба.

2. Для определения предельных деформаций при изгибе.

3. Для определения минимального радиуса изгиба при заданном угле изгиба.

4. Для определения критерия деления заготовок на «узкие» и «широкие».

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие элементы текста отчета по НИР и расчетно-пояснительной записки к курсовому проекту следует располагать в середине строки без точки в конце, прописными буквами, полужирным шрифтом, не подчеркивая?

Ответьте сначала в целом, затем запишите названия этих элементов.

№ 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

вердость 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

2. HB

3. HRB

4. HV

5. HRC

Метод  
А. определения  
твердости  
по Бринелю  
Метод  
Б. определения  
твердости  
по Роквеллу  
Метод  
В. определения  
твердости  
по Виккерсу

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

По каким формулам с использованием экспериментально измеренных размеров заготовки после

вытяжки определяют показатели качества?

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

1.

$$\delta_{d^j} = \frac{d_{\max}^j - d_{\min}^j}{d_{\text{ср}}^j} \cdot 100$$

А. Косина

2.

$$\delta_{d^j} = \frac{d_{\max}^j - d_{\min}^j}{d_{\text{ср}}^j} \cdot 100$$

Б. Овальность

3.

$$\delta_{d^j} = \frac{d_{\max}^j - d_{\min}^j}{d_{\text{ср}}^j} \cdot 100$$

В. Разностенность

Г. Округлость

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

По результатам технологических проб на вытяжку сферической лунки определяют категории вытяжки исследуемого металла (ГОСТ 9045-93). Расположите эти категории в порядке увеличения степени пригодности листового металла к вытяжке.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо без пробелов и точек.

1. весьма особо сложная вытяжка
2. весьма глубокая вытяжка,
3. сложная вытяжка,
4. особо сложная вытяжка,

№ 7 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

№ 8 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

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

Какие испытания металлов относятся к технологическим пробам?

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

1. Испытания для построения диаграммы предельной пластичности.

2. Испытание на изгиб, на срез.

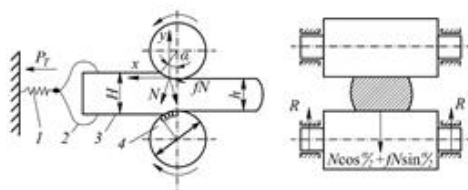
3. Испытание на вытяжку сферической или цилиндрической лунки.

4. Испытание цилиндрических образцов на сжатие.

5. Испытание плоских и цилиндрических образцов на растяжение.

№ 10 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.  $P_T$

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

Какие структурные элементами отчета о НИР являются обязательными?

Запишите номера выбранных ответов без пробелов и точек и обоснование выбора

1. титульный лист

2. список исполнителей

3. реферат

4. содержание

5. термины и определения

6. перечень сокращений и обозначений

7. введение

8. основная часть отчета о НИР

9. заключение

10. список использованных источников

11. приложения.

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

Какие виды экспериментальных исследований исходного листового проката применяют на производстве?

Запишите номер выбранного ответа без точки и обоснование выбора

1. Испытание механических свойств.
2. Испытание механических свойств, физико-химические исследования.
3. Испытание механических свойств, технологические пробы.
4. Испытание механических свойств, физико-химические исследования, технологические пробы.