

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ

Направление/специальность подготовки	15.04.03 Прикладная механика
Специализация/профиль/программа подготовки	Методы и средства оценки напряженно-деформированного состояния, неразрушающего контроля, диагностики структуры и дефектности материалов в процессах пластического формоизменения
Уровень высшего образования	Магистратура
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
2	3	4	144	8	4	4	0	136	0	0	136	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**15.04.03 Прикладная механика**

год набора группы: 2023

Программу составил:

Кафедра Е4 **ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА  
АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Ремшев Евгений Юрьевич, к.т.н., 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 НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ**

## **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-2 — способность осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности
ПСК-3.2 — Способность учитывать результаты неразрушающего контроля по диагностике структуры и дефектности материалов в процессах пластического деформирования для прогнозирования эксплуатационных характеристик изделий машиностроения на длительный период эксплуатации

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ОПК-2**

*знания:*

основ по проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, к участию во внедрении результатов исследований и разработок;

*умения:*

принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения;

*навыки:*

в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

### **ПСК-3.2**

*знания:*

стандартизации, сертификации и метрологическое обеспечение в неразрушающем контроле.;

*умения:*

по применению методов и методик дефектоскопии и диагностики.;

*навыки:*

в применении приборов и эталонов для обеспечения единства измерений и воспроизводимости результатов средств неразрушающего контроля..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ, МЕХАНИКА ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследований
- ОПК-11 — Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий
- ОПК-6 — Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность, используя современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы
- ОПК-9 — Способен представлять результаты исследования в области машиностроения в виде научно-технических отчетов и публикаций
- ПСК-3.2 — Способность учитывать результаты неразрушающего контроля по диагностике структуры и дефектности материалов в процессах пластического деформирования для прогнозирования эксплуатационных характеристик изделий машиностроения на длительный период эксплуатации
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

### 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	Лабораторный практикум		ОПК-2	ПСК-3.2
2	3	Раздел 1. Неразрушающие методы контроля. Общие особенности методов неразрушающего контроля. Классификация видов и методов неразрушающего контроля. Акустический неразрушающий контроль. Акустико-эмиссионный контроль. Методы оптического неразрушающего контроля. Магнитный вид неразрушающего контроля. Электрический вид неразрушающего контроля. Радиационный вид неразрушающего контроля.	84	4	2	2	80	50	30
2	3	Раздел 2. Практика применения неразрушающих методов контроля в процессах обработки металлов давлением. Явление скин-эффекта и неразрушающее определение механических напряжений в поверхностном слое изделий из металлов и сплавов. Методика подготовки поверхностей для проведения измерений остаточных напряжений прибором РЕЗИКОН 7.2. Методика калибровки остаточных макронапряжений в деталях различного конструктивного исполнения из сталей, алюминиевых и титановых сплавов прибором РЕЗИКОН 7.2. Дефекты в отливках и поковках. Ультразвуковой метод поиска дефектов в исходном материале.	60	4	2	2	56	50	70
Всего за 3 семестр			144	8	4	4	136	100	100
Всего по дисциплине			144	8	4	4	136	100	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Неразрушающие методы контроля.	Подготовка образцов для измерения прибором для определения остаточных напряжений РЕЗИКОН 7.2. Пластическая деформация листового материала с различной степенью деформации. Обозначить на поверхности детали участки размером 40x40 мм (инструмент – карандаш, маркер). Удалить видимые следы коррозии механическим путем (инструмент – механическая или ручная щетка). Зачистить вручную поверхность детали шлифовальной шкуркой с требуемой зернистостью до металлического блеска. Протереть с целью обезжиривания поверхность детали тампоном или ветошью, смоченным обезжиривателем, например, «Универсальный обезжириватель» по ТУ 2319-002-71371272-2004. Меры предосторожности указаны на этикетке обезжиривателя. Соблюдайте требования по безопасности труда и охране окружающей среды, действующими на предприятии в части работы с горючими веществами и жидкостями. Удалить следы обезжиривания на поверхности детали абразивным ластиком и сухой ветошью.	2
2	Раздел 2. Практика применения неразрушающих методов контроля в процессах обработки металлов давлением.	РЕЗИКОН – прибор неразрушающего контроля для определения остаточных напряжений в изделиях из металлов. Способ измерения – резистивный электроконтактный, когда регистрируется эффективное удельное сопротивление с дальнейшим пересчетом в остаточные напряжения.	2
Всего за 3 семестр			4

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

--	--	--

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Неразрушающие методы контроля.	Изучение материалов лабораторных занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	80
2	Раздел 2. Практика применения неразрушающих методов контроля в процессах обработки металлов давлением.	Изучение материалов лабораторных занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	56
<b>Всего за 3 семестр</b>			<b>136</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
3					ТекК	ДР			ТекК	ДР				ЛР	ТекК	ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалёв. . Неразрушающий контроль и диагностика. М.: Машиностроение, 2003, 16 экз.
2. И. Н. Каневский, Е. Н. Сальникова. Неразрушающие методы контроля. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 0 экз.
2. Е. Ю. Ремшев, М. С. Калугина, И. И. Соколов. . Итоги науки. М.: Изд-во РАН, 2022, 1 экз.

### 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:**

1. Прибор для оценки твердости отливок с использованием ультразвука.

### **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 **НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ** 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-2 способность осуществлять экспертизу технической документации в области профессиональной деятельности;

ПСК-3.2 Способность учитывать результаты неразрушающего контроля по диагностике структуры и дефектности материалов в процессах пластического деформирования для прогнозирования эксплуатационных характеристик изделий машиностроения на длительный период эксплуатации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением методов неразрушающего контроля в процессах обработки металлов давлением.

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 дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**4 ч.**), лабораторный практикум (**4 ч.**), самостоятельная работа студента (**136 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 8 ч. аудиторных занятий, и 136 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. Неразрушающие методы контроля.</b>		
Изучение материалов лабораторных занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	В. В. Ключев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалёв. . Неразрушающий контроль и диагностика: М.: Машиностроение, 2003 (1-7) . Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1) И. Н. Каневский, Е. Н. Сальникова. Неразрушающие методы контроля: Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007 (1-4)	80
Итого по разделу 1		80
<b>Раздел 2. Практика применения неразрушающих методов контроля в процессах обработки металлов давлением.</b>		
Изучение материалов лабораторных занятий и рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	Е. Ю. Ремшев, М. С. Калугина, И. И. Соколов. . Итоги науки: М.: Изд-во РАН, 2022 (1) В. В. Ключев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалёв. . Неразрушающий контроль и диагностика: М.: Машиностроение, 2003 (2)	56
Итого по разделу 2		56

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы для текущего контроля

Список вопросов текущего контроля в форме диагностической работы разрабатывают(обновляют) в течении семестра в соответствии с материалами, которые изучают обучающиеся в установленные временные промежутки.

#### Вопросы к дифференцированному зачету

1. Общие особенности методов неразрушающего контроля.
2. Классификация видов и методов неразрушающего контроля.
3. Акустический неразрушающий контроль.
4. Акустико-эмиссионный контроль.
5. Методы оптического неразрушающего контроля.
6. Магнитный вид неразрушающего контроля.
7. Электрический вид неразрушающего контроля.
8. Радиационный вид неразрушающего контроля.
9. Неразрушающий контроль (НК)
10. Жизненный цикл изделия
11. Акустический неразрушающий контроль
12. Основные задачи методов акустического контроля
13. Метод прошедшего излучения.
14. Метод отраженного излучения.
15. Резонансный метод.
16. Импедансный метод.
17. Метод свободных колебаний.
18. Акустико-эмиссионный. Акустико-ультразвуковой

#### Лабораторная работа

Отчет о лабораторной работе представляется в печатном или рукописном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случаях:

- отсутствие необходимых разделов;
- некорректной обработки результатов измерений;
- несоответствие оформления установленным требованиям.

Перечень вопросов к лабораторной работе:

1. Явление скин-эффекта и неразрушающее определение механических напряжений в поверхностном слое изделий из металлов и сплавов.
2. Методика подготовки поверхностей для проведения измерений остаточных напряжений прибором РЕЗИКОН 7.2.
3. Методика калибровки остаточных макронапряжений в деталях различного конструктивного исполнения из сталей, алюминиевых и титановых сплавов прибором РЕЗИКОН 7.2.
4. Дефекты в отливках и поковках.
5. Ультразвуковой метод поиска дефектов в исходном материале.

### **Дифференцированный зачет**

Обучающемуся предлагается ответить на 2 вопроса из списка.

Критерии оценивания:

- правильные полные и четкие ответы на все вопросы преподавателя – «зачтено-отлично»;
- правильные, но недостаточно полные и четкие ответы на поставленные преподавателем вопросы – «зачтено-хорошо»;
- правильные ответы на большую часть поставленных вопросов – «зачтено-удовлетворительно»;
- неправильные и неполные ответы на все поставленные преподавателем вопросы – «не зачтено».

Сдача дифференцированного зачета возможна путем оценки текущей успеваемости обучающегося в соответствии с регламентом балльно-рейтинговой системы и технологической картой дисциплины, размещенной в СДО Moodle. Регламент балльно-рейтинговой системы устанавливает приказом ректора.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ОПК-2	ПСК-3.2	
2	3	Раздел 1. Неразрушающие методы контроля.	84	4	2	2	80	50	30	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
2	3	Раздел 2. Практика применения неразрушающих методов контроля в процессах обработки металлов давлением.	60	4	2	2	56	50	70	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
Всего за 3 семестр			144	8	4	4	136	100	100	
Всего по дисциплине			144	8	4	4	136	100	100	