

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Суслин А. В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ АЭРОТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

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	4	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

АЭРОТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

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-3 — способность организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов
--

ПСК-3.1 — Способность проводить анализ процессов обработки металлов давлением, экспериментальных методов, отраслевых методик и прогнозировать эксплуатационные характеристики на длительный период эксплуатации, а также оценивать влияние усталостных трещин, дефектности структуры в процессах пластического деформирования изделий машиностроения
--

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-3

знания:

иметь представление об основных научно-технических проблемах и перспективах развития материаловедения и технологии конструкционных материалов;

умения:

владеть навыками по анализу конструкционных материалов для обоснованного выбора материалов и технологий их обработки для конкретного изделия;

навыки:

разрабатывать технологический процесс изготовления конкретных изделий с учетом применения аэротермоакустической обработки.

ПСК-3.1

знания:

зависимости механических, физико-химических свойств конструкционных материалов, от технологии производства, структуры и технологии обработки;

умения:

обоснованно выбирать технологии упрочнения и обработки конструкционных материалов;

навыки:

проведения аэротермоакустической обработки материалов и изделий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **АЭРОТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.04.03 Прикладная механика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕРИАЛЫ В ПРУЖИННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ, МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **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-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-3	ПСК-3.1
2	4	Раздел 1. Аэротермоакустическая обработка металлов и сплавов. Технологии аэротермоакустической обработки. 1.Физические основы аэротермоакустической обработки 2.Термодинамика и ее воздействие на кинетику формирования структуры и свойства стали 3.Концептуальная модель влияния АТАО на свойства металлических материалов.	38	2	2	0	36	70	20
2	4	Раздел 2. Особенности технологии аэротермоакустической обработки. 1.Установка для проведения АТАО 2.Параметры охлаждающих сред, используемых при проведении АТАО 3.Остаточные напряжения в материале, возникающие при АТАО 4.Влияние аэротермоакустической обработки на свойства титановых сплавов 5.Влияние АТАО на свойства инструментальных сталей и сплавов.	106	6	2	4	100	30	80
Всего за 4 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 2. Особенности технологии аэротермоакустической обработки.	Проведение аэротермоакустической обработки образцов из конструкционных материалов, оценка изменения твердости и механических свойств образцов на лабораторном оборудовании.	4
Всего за 4 семестр			4

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Аэротермоакустическая обработка металлов и сплавов. Технологии аэротермоакустической обработки.	Изучение рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	36
2	Раздел 2. Особенности технологии аэротермоакустической обработки.	Изучение рекомендованной литературы. Обработка результатов лабораторной работы. Составление отчета о лабораторной работе. Подготовка к диагностической работе.	100
Всего за 4 семестр			136

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
4					ТекК	ДР				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. А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 55 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Г. А. Воробьёва, В. Н. Усков. . Аэротермоакустическая обработка сталей и сплавов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 2 экз.
2. Е. Ю. Ремшев, Г. А. Воробьёва, А. В. Титов. . Технология обеспечения эксплуатационных характеристик упругих элементов из титановых сплавов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Металловедение и термическая обработка металлов.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - 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. Твердомеры Роквелла;
2. Испытательная машина Shimadzu AGX-100 с номинальной силой 100 кН;
3. Проектор.

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 **АЭРОТЕРМОАКУСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ** 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-3 способность организовывать работу по совершенствованию, модернизации и унификации выпускаемых изделий и их элементов;

ПСК-3.1 Способность проводить анализ процессов обработки металлов давлением, экспериментальных методов, отраслевых методик и прогнозировать эксплуатационные характеристики на длительный период эксплуатации, а также оценивать влияние усталостных трещин, дефектности структуры в процессах пластического деформирования изделий машиностроения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с аэротермоакустической обработкой материалов и изделий.

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.
Раздел 1. Аэротермоакустическая обработка металлов и сплавов. Технологии аэротермоакустической обработки.		
Изучение рекомендованной литературы. Подготовка к диагностической работе.	А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3-5) Е. Ю. Ремшев, Г. А. Воробьева, А. В. Титов. . Технология обеспечения эксплуатационных характеристик упругих элементов из титановых сплавов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-3) Г. А. Воробьева, В. Н. Усков. . Аэротермоакустическая обработка сталей и сплавов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	36
Итого по разделу 1		36
Раздел 2. Особенности технологии аэротермоакустической обработки.		
Изучение рекомендованной литературы. Обработка результатов лабораторной работы. Составление отчета о лабораторной работе. Подготовка к диагностической работе.	А. В. Титов, Е. Ю. Ремшев, В. П. Белогур. . Исследование физико-механических характеристик деформируемых материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-3) Е. Ю. Ремшев, Г. А. Воробьева, А. В. Титов. . Технология обеспечения эксплуатационных характеристик упругих элементов из титановых сплавов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (3-5) Г. А. Воробьева, В. Н. Усков. . Аэротермоакустическая обработка сталей и сплавов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (2-3)	100
Итого по разделу 2		100

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. Физические основы аэротермоакустической обработки
2. Термодинамика и ее воздействие на кинетику формирования структуры и свойства стали
3. Концептуальная модель влияния АТАО на свойства металлических материалов
4. Установка для проведения АТАО
5. Параметры охлаждающих сред, используемых при проведении АТАО
6. Остаточные напряжения в материале, возникающие при АТАО
7. Влияние аэротермоакустической обработки на свойства титановых сплавов
8. Влияние АТАО на свойства инструментальных сталей и сплавов
9. Фазовые превращения в титановых сплавах
10. Термическая обработка титановых сплавов
11. Титановые сплавы для изготовления пружин
12. Прогнозирование релаксационной стойкости тарельчатых пружин методом акустической эмиссии
13. Аэротермоакустическая обработка(АТАО) металлов и сплавов
14. Влияние АТАО на свойства титановых сплавов и релаксационную стойкость пружин

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. В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствует указанным требованиям, работа считается сданной. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случаях:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректная обработка результатов измерений;
- несоответствие оформления установленным требованиям.

Дифференцированный зачет

Обучающемуся предлагается ответить на 2 вопроса из перечня.

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».

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-3	ПСК-3.1	
2	4	Раздел 1. Аэротермоакустическая обработка металлов и сплавов. Технологии аэротермоакустической обработки.	38	2	2	0	36	70	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету
2	4	Раздел 2. Особенности технологии аэротермоакустической обработки.	106	6	2	4	100	30	80	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету, Лабораторная работа
Всего за 4 семестр			144	8	4	4	136	100	100	
Всего по дисциплине			144	8	4	4	136	100	100	