Приложение 5

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Т. В. Пасько
«13» апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине 2.1.Э.1 Электрофизические методы стабилизации механических свойств материалов

Научная специальность: 1.3.8. Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Формы обучения: очная

год набора: 2026

Тамбов, 2026

Автор программы:
Доктор физико-математических наук, профессор Шибков Александр Анатольевич

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов) (приказ Минобрнауки России от 20 октября 2021 г. № 951).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «13» апреля 2026 г. Протокол № 6

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины…… 4

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры……. 4

3. Объем и содержание дисциплины…… 4

4. Контроль знаний обучающихся……. 6

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины…… 8

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы……. 9

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - заключается в углубленном изучении механизмов эволюции механических свойств конструкционных и функциональных материалов, а также принципов управления механическими свойствами материалов на основе электрофизических методов.

1.2 Задачи дисциплины:

- развитие теоретических представлений и навыков научно-исследовательской деятельности в области физики конденсированного состояния, а именно в направлении управления механическими свойствами материалов на основе электрофизических методов;
- освоение методов научных исследований; освоение теорий и моделей; участие в проведении физических исследований по выбранной тематике с использованием методов стабилизации физических свойств материалов, участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне, работа с научной литературой;
- освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной деятельности.

1.3 Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- феноменологию и теоретические основы электрофизических методов стабилизации механических свойств;
- принципы мониторинга и управления физико-механическими свойствами материалов электрофизическими методами.

Уметь:

- определять структурно-чувствительные дефекты материалов и пороговые уровни электрофизических воздействий, необходимых для влияния на них;
- количественно и качественно оценивать эффективность электрофизических воздействий на материалы.

Владеть:

- навыками организации и постановки научных исследований с использованием электрофизических методов;
- методами диагностики механических свойств материалов в условиях электрофизических воздействий.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина «Электрофизические методы стабилизации механических свойств материалов» относится к образовательному компоненту "Дисциплины (модули)" программы аспирантуры по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Дисциплина «Электрофизические методы стабилизации механических свойств материалов» является элективной.

Дисциплина «Электрофизические методы стабилизации механических свойств материалов» изучается в 2 семестре.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	**72**
Контактная работа	4

Лекции (Лекции)	2
Практические (Практ. раб.)	2
Самостоятельная работа (СР)	68
Зачет	-

3.2.Содержание дисциплины:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лекции	Практ. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Физические и механические свойства металлов и сплавов	1	-	17	Собеседование; письменная самостоятельная работа
2	Электропластическая деформация металлов	1	-	17	Собеседование; письменная самостоятельная работа
3	Действие электромагнитного поля на структуру и физико-механические свойства металлов и сплавов	-	1	17	Собеседование; письменная самостоятельная работа
4	Некоторые аспекты подавления неустойчивой пластической деформации электрическим током	-	1	17	Собеседование; письменная самостоятельная работа

Тема 1. Физические и механические свойства металлов и сплавов

Лекция.

Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al–Zn–Mg–Cu. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.

Задания для самостоятельной работы.

Сообщения и доклады по следующим вопросам: Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al–Zn–Mg–Cu. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности. Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 2. Электропластическая деформация металлов

Лекция.

Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах. Дефектообразование и залечивание дефектов в металлах электрическим током. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.

Задания для самостоятельной работы.

Сообщения и доклады по следующим вопросам: Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах. Дефектообразование и залечивание дефектов в металлах электрическим током. Физические основы электроимпульсной обработки давлением. Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 3. Действие электромагнитного поля на структуру и физико-механические свойства металлов и сплавов

Практическое занятие.

Сообщения и доклады по следующим вопросам: Действие электростатического поля на деформацию металлов и сплавов. Действие магнитостатического поля на деформационные процессы в металлах. Влияние импульсного электромагнитного поля на прочность металлов и сплавов.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

Тема 4. Некоторые аспекты подавления неустойчивой пластической деформации электрическим током

Практическое занятие.

Сообщения и доклады по следующим вопросам: Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой плотности. Электротоковое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; подготовка к контрольной работе.

4. Контроль знаний обучающихся

4.1. Формы текущего контроля работы аспирантов: Собеседование, письменная самостоятельная работа

4. Контроль знаний обучающихся и оценочные средства

4.1 Оценочные средства текущего контроля

письменная самостоятельная работа

1.Электропластический эффект в металлах.

2. Дефектообразование и залечивание дефектов в металлах электрическим током.

3. Физические основы электроимпульсной обработки давлением.

4. Эффект Портевена-Ле Шатлье в сплавах на основе алюминия.

5. Подавление прерывистой деформации постоянным электрическим током малой плотности.

6. Механизмы подавления неустойчивой деформации в металлах постоянным электрическим током малой плотности.

7. Электротоковое подавление акустической эмиссии при деформировании алюминиевых сплавов авиакосмической отрасли.

Собеседование

1. Свариваемые коррозионностойкие высокотехнологичные алюминиевые сплавы системы Al-Mg.
2. Сверхпрочные и высокопрочные сплавы системы Al–Zn–Mg–Cu.
3. Алюминий-литиевые сплавы пониженной плотности.
4. Феноменология и теоретические основы электропластического эффекта.
5. Влияние импульсного тока на процесс разрушения металлов.
6. Зависимость электропластического эффекта от наличия примесей в металлах.
7. Эмиссионные явления при деформировании металлов.
8. Дефектообразование и залечивание дефектов при термомеханической обработке металлов.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Вопросы зачета

1. Электронно-пластический эффект в металлах. Феноменология и механизмы.
2. Электропластический эффект в металлах и сплавах.
3. Скачкообразная деформация металлов, вызванная импульсами электрического тока.
4. Магнитопластический эффект в кристаллических материалах.
5. Влияние примесей на электропластический эффект.
6. Влияние температуры и скорости деформирования на характеристики электропластического эффекта.
7. Влияние на электропластичность пинч-эффекта и теплового действия тока.
8. Возможные механизмы электропластического эффекта.
9. Связь электропластического эффекта с динамикой неравновесного дислокационного ансамбля.
10. Эффект подавления полос деформации и прерывистой деформации постоянным электрическим током.
11. Влияние электрического тока на критическую деформацию появления первого деформационного скачка
12. Упрочнение и стабилизация пластического течения постоянным электрическим током.
13. Влияние прямоугольных импульсов тока на зарождение и рост деформационных полос в алюминиевом сплаве.
14. Механизмы подавления электрическим током деформационных полос в алюминиевых сплавах
15. Взаимодействие электрического тока с порами и малыми преципитатами в металлах и сплавах.

Задания для зачета

1. Рассчитать значение плотности электрического тока, при которой происходит полное подавление эффекта Портевен-Ле Шателье в сплаве АМг6.
2. Рассчитать тепловой эффект при пропускании электрического тока через различные металлические проводники.

4.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Основные показатели достижения результата

«зачтено»	Знает феноменологию и теоретические основы электрофизических методов стабилизации механических свойств, а также принципы мониторинга и управления физико-механическими свойствами материалов электрофизическими методами. Умеет определять структурно-чувствительные дефекты материалов и пороговые уровни электрофизических воздействий, необходимых для влияния на них, количественно и качественно оценивать эффективность электрофизических воздействий на материалы. Владеет навыками организации и постановки научных исследований с использованием электрофизических методов и методами диагностики механических свойств материалов в условиях электрофизических воздействий.
«не зачтено»	Демонстрирует незнание феноменологии и теоретических основ электрофизических методов стабилизации механических свойств, а также принципов мониторинга и управления физико-механическими свойствами материалов электрофизическими методами. Не умеет определять структурно-чувствительные дефекты материалов и пороговые уровни электрофизических воздействий, необходимых для влияния на них, количественно и качественно оценивать эффективность электрофизических воздействий на материалы. Не владеет навыками организации и постановки научных исследований с использованием электрофизических методов и методами диагностики механических свойств материалов в условиях электрофизических воздействий.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература:

1. Шибков А.А. Нелинейная механика и разрушение промышленных сплавов системы Al-Mg : монография. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 142 с.

2. Шибков А.А., Золотов А.Е. Актуальные проблемы механики деформируемых твердых тел : нелинейная динамика неустойчивой пластической деформации металлов : учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 186 с.

3. Шибков А.А., Золотов А.Е., Шуклинов А.В. Структурно-чувствительные эффекты прерывистой деформации промышленных сплавов Al-Mg : монография. - Тамбов: Издат. дом ТГУ, 2011. - 172 с.

4. Грищенко Н. А., Сидельников С. Б., Губанов И. Ю., и др. Механические свойства алюминиевых сплавов : монография. - Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. - 196 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363937

5.2 Дополнительная литература:

1. Шибков А.А., Гасанов М.Ф., Золотов А.Е. Прерывистая ползучесть и локализация пластической деформации : монография. - Тамбов: [Издат. дом ТГУ им. Г.Р. Державина], 2016. - 157 с.

2. Шибков А.А., Золотов А.Е., Желтов М.А., Шуклинов А.В., Тамб. гос. ун-т им. Г.Р. Державина Нелинейная динамика неравновесных систем : учеб. пособие : в трех частях. - Тамбов, 2012

3. Аникина В. И., Гильманшина Т. Р., Баранов В. Н. Структура и свойства алюминиево-магниевых сплавов : монография. - Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2012. - 112 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364039

4. Гуреева М. А., Овчинников В. В., Манаков И. Н. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов : учебник для спо. - пер. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2025. - 254 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: https://urait.ru/bcode/565572

5.3 Методические разработки:

1. Шибков А.А., Золотов А.Е., Денисов А.А. Эмиссионные явления прерывистой деформации металлов металлов : монография. - Тамбов: Издательский дом "Державинский", 2019. - 159 с.

5.4 Иные источники:

1. «Журнал математической физики, анализа, геометрии» - https://vestnik.susu.ru/cmi
2. Архив научных журналов - https://arch.neicon.ru/xmlui/
3. БД издательства SpringerNature: Databases (БД Nano) - URL: - https://goo.gl/PdhJdo
4. БД издательства SpringerNature: Home - Springer - URL: - https://link.springer.com/
5. БД издательства SpringerNature: SpringerMaterials - свойства материалов. - URL: - https://materials.springer.com/
6. Библиотека научной и учебной литературы - http://sbiblio.com - http://sbiblio.com
7. Библиотека РАН - http://www.rasl.ru/
8. Электронная библиотека учебников для вузов - http://4du.ru/

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

ABBYY FineReader 8.0 Professional Edition

Adobe Acrobat 8 Professional - Croatian, Ukrainien, Russian, Turkish

Corel Draw SX13

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Microsoft Windows 10

Операционная система "Альт Образование"

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Scopus: база данных . – URL: https://www.scopus.com
2. Springer Journal – база данных журналов коллекции Springer Journal изд-ва Springer Nature (1997-2015 гг.). – URL: https://link.springer.com
3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: https://www.springeropen.com
4. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: https://apps.webofknowledge.com
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: https://elibrary.ru
6. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: https://www.prlib.ru
7. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: https://www.rsl.ru
8. ЭБС "Лань" - консорциум Сетевых электронных библиотек вузов, коллекция учебников для СПО и учебников для 10-11 кл.. – URL: https://e.lanbook.com/books
9. Электронная библиотека ТГУ. – URL: https://elibrary.tsutmb.ru/
10. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275

11. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/

12. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: https://urait.ru

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.