

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Физико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
2022 г.





РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры	Код ПА
Физическая электроника	1.3.5
Группа специальностей	Код
Физические науки	1.3
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Чолах Сеиф Османович	Доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	Кафедра электрофизики	
2	Кухаренко Андрей Игоревич	Кандидат физико-математических наук	Доцент	Кафедра электрофизики	

Рекомендовано учебно-методическим советом физико-технологического института


Председатель учебно-методического совета
Протокол № 1 от 09.09.22г.



С.В. Никифоров

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

1.1 Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Физическая электроника» направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума по специальности 1.3.5 «Физическая электроника», осуществление научно-исследовательской деятельности аспиранта и подготовку диссертации.

В ходе освоения дисциплины изучается физика вакуумного пробоя и электрического разряда в вакууме. Рассматриваются экспериментальные данные о пробое и разряде в вакууме, а также описываются основные теоретические модели, описывающие эти явления. Оцениваются основные методы экспериментального исследования параметров плазмы вакуумных разрядов. Показывается, каким образом вакуумный разряд используется в научных исследованиях и технологических процессах.

Цель дисциплины «Физическая электроника» – изучение процессов в вакууме, в газах, в поверхностных слоях твёрдых тел, происходящих с участием электронов и ионов, и рассмотрение применения этих процессов в современных технических устройствах.

Задачей дисциплины является: формирование у аспирантов современное представление об основных методах формирования активной среды в виде электронного пучка для мощных источников когерентного электромагнитного излучения, включая теорию эмиссии электронов из твёрдого тела.

1.2. Язык реализации дисциплины

Реализуется на русском языке.

1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- методы классической электронной оптики;
- различные виды электронной эмиссии и методы их теоретического описания;
- устройство и основные характеристики различных электровакуумных приборов;
- основные технические применения электронных пучков.

Уметь:

- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области плазменной электроники;
- оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или теоретических методов исследований;
- использовать основные приемы анализа процессов вакуумного пробоя.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- приемами решения конкретных задач из разных областей физической электроники;
- критического анализа современной литературы в области электроники и наноэлектроники;
- анализа проблем электроники и наноэлектроники в России и в мире;
- анализа новых достижений науки и техники в области сильноточной электроники, электронного материаловедения и приборостроения.

1.4 Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	6
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	86	0,6	86
5.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Экзамен, 18
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	6,93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

* Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные понятия и определения	Классификация вакуумных разрядов. Основные принципы прохождения тока в вакууме.
P2	Вакуумный пробой	Механизм вакуумного пробоя. Влияние состояния поверхности на эмиссию электронов с катода. Взрывная эмиссия. Искровой разряд.
P3	Катодное пятно	Катодное пятно и его свойства. Методы экспериментального исследования и теоретические модели. Вакуумная дуга.
P4	Пробой по поверхности диэлектрика	Физика пробоя по поверхности диэлектрика. Стационарный и импульсный пробой.
P5	Потоки заряженных частиц	Потоки заряженных частиц из плазмы вакуумных разрядов. Методы экспериментального исследования и теоретические модели разлета плазмы в вакуум. Возможные пути создания новых технологий.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2 Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1 Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Изучить состояние поверхности катода с помощью электронного микроскопа.
2. Оценить временные и энергетические параметры жизненного цикла катодного пятна.
3. Оценить геометрические параметры микровыступов.
4. Исследовать энергетический спектр электронов вакуумной дуги.
5. Исследовать масс-зарядовый и энергетический состав потока плазмы вакуумного пробоя.

3.2.2 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1 Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

4.2 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

4.2.1 Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

4.2.2 Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Основные принципы прохождения тока в вакууме.
2. Классификация вакуумных разрядов.
3. Механизм вакуумного пробоя.
4. Влияние состояния поверхности на эмиссию электронов с катода.
5. Взрывная эмиссия.
6. Искровой разряд.
7. Катодное пятно и его свойства.
8. Методы экспериментального исследования и теоретические модели.
9. Вакуумная дуга.
10. Физика пробоя по поверхности диэлектрика.
11. Стационарный и импульсный пробой.
12. Потоки заряженных частиц из плазмы вакуумных разрядов.
13. Методы экспериментального исследования и теоретические модели разлета плазмы в вакуум.
14. Релятивистская СВЧ-электроника больших мощностей.
15. Источники мощных пучков заряженных частиц.
16. Методы исследования пикосекундных процессов, сопутствующих накоплению, коммутации и трансформации электрической энергии большой плотности.
17. Элементная и компонентная база электроники больших мощностей.
18. Материаловедческие проблемы создания устройств электронной техники.
19. Полупроводниковые лазеры.
20. Нанолазеры.
21. Светоизлучающие диоды.
22. Оптоволоконные кабели.

5.1 Рекомендуемая литература

5.1.1 Основная литература

1. Месяц, Геннадий Андреевич. Введение в наносекундную импульсную энергетiku и электронику : курс лекций для физиков и инженеров / Г. А. Месяц, И. В. Пегель .— Москва : ФИАН, 2009 .— 192 с. : ил. ; 25 см .— Тираж 450 экз. — Библиогр.: с. 189-191 (47 назв.), библиогр. в примеч. — без грифа .— ISBN 978-5-902622-17-8.
2. Месяц, Геннадий Андреевич. Импульсная энергетика и электроника / Г. А. Месяц ; Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Ин-т электрофизики .— М. : Наука, 2004 .— 704 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 5-02-033049-3.
3. Битнер, Л. Р. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / Л.Р. Битнер .— Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 .— 151 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208653>>.
4. Сушков, Александр Данилович. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров, магистров и дипломир. специалистов "Электроника и микроэлектроника" / А. Д. Сушков .— СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2004 .— 464 с. : ил. ; 25 см .— (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Предм. указ.: с. 456-457. — Библиогр.: с. 458-459 (56 назв.). — Допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-8114-0530-8.
5. Аксенов, А. И. Вакуумная и плазменная электроника : / Аксенов А.И. — Москва : ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=10869>.
6. Базовые лекции по электронике : сб. [лекций] : в 2 т. Т. 1. Электровакуумная, плазменная и квантовая электроника / под ред. В. М. Пролейко .— Москва : Техносфера, 2009 .— 480 с. : ил. ; 24 см .— Библиогр. в конце лекций. — ISBN 978-5-94836-214-4.
7. Базовые лекции по электронике : сб. [лекций] : в 2 т. Т. 2. Твердотельная электроника / под общ. ред. В. М. Пролейко .— Москва : Техносфера, 2009 .— 607 с. : ил. ; 25 см .— Тираж 1500 экз. — Библиогр. в конце лекций. — ISBN 978-5-94836-215-1.
8. Фурсей, А. Г. Автоэлектронная эмиссия [Электронный ресурс] : / А. Г. Фурсей .— Москва : Лань, 2012 .— 320 с. — .— ISBN 978-5-8114-1232-7 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3805>.

5.1.2 Дополнительная литература

1. Елинсон, М. И. Автоэлектронная эмиссия / М.И. Елинсон ; Г.Ф. Васильев .— Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1958 .— 272 с. — ISBN 978-5-4458-4212-5 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=212319>>.
2. Егоров, Николай Васильевич. Автоэлектронная эмиссия. Принципы и приборы : [учебник-монография] / Н. В. Егоров, Е. П. Шешин .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 704 с.
3. Месяц, Геннадий Андреевич. Эктоны в вакуумном разряде: пробой, искра, дуга / Г.А. Месяц; Рос. акад. наук .— М. : Наука, 2000 .— 424 с. ; 26 см .— Библиогр. в конце гл. — без грифа .— ISBN 5-02-002507-0 : 84.00.
4. Месяц, Г. А. Взрывная электронная эмиссия / Г.А. Месяц .— М. : Издательство Физматлит, 2011 .— 280 с. — ISBN 978-5-94052-207-2 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468335>>.
5. Вершинин, Юрий Николаевич. Электронно-тепловые и детонационные процессы при электрическом пробое твердых диэлектриков / Ю.Н. Вершинин; Рос. акад. наук. Урал. отд-ние. Ин-т электрофизики .— Екатеринбург : УрО РАН, 2000 .— 258 с. — Библиогр.: с. 245-255 (176 назв.). — без грифа .— ISBN 5-7691-1023-6 : 50.00.

5.2 Методические разработки

Не предусмотрено

5.3 Программное обеспечение

Не используется.

5.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>
2. Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>
3. Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>
4. Электронные ресурсы по подписке УрФУ, например, база данных «Техэксперт».
5. Российская электронная научная библиотека. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
6. Поисковые системы публикаций отечественных и зарубежных научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>, <http://www.ingentaconnect.com>

5.5 Электронные образовательные ресурсы

Все студенты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:

1. Elsevier B.V. БД Reaxys. Договор № 1-3839832505 от 20.02.2013;
2. ООО «Первое Независимое Рейтинговое Агентство» ИПС FIRAPRO. Договор № 43-12/370-2013 от 23.05.2013;
3. EBSCO Industries, IncБД Business Source Complete. Договор № 624 от 02.07.2013;
4. EBSCO Industries, IncБД EBSCO Discovery Service. Договор № 625 от 02.07.2013;
5. Elsevier B.V. БД Freedom Collection. Договор № 1-4412061361 от 26.04.2013;
6. НП «НЭИКОН», БД компании Thomson Reuters, Web of Science в составе: БД Citation Index Expanded, БД Social Sciences Index, БД Art&Humanities Citation Index, Journal Citation Reports, Conference Proceedings Citation Index. Договор № 43-12/456-2013 от 12.07.2013;
7. ЗАО «КОНЭК», БД компании ProQuest, БД диссертаций ProQuest Didital Dissertations and Theses;
8. БД ebrary компании ProQuest, БД Emerald Journals 95, Emerald eBooks Series, Emerald Engineering. Договор № 43-12/761-2013 от 12.09.2013;
9. EBSCO Industries, Inc, БД Inspec, БД Applied Science & Tech Source (upgrade CASC). Договор № 43-12/762-2013 от 30.08.2013;
10. ООО «Научная электронная библиотека» Система SCIENCEINDEX. Договор № 43-12/615-2013 от 01.08.2013;
11. ООО «Издательство Лань» ЭБС Лань. Договор № 43-12/808-2013 от 13.09.2013;
12. ООО «Директ-Медиа», ЭБС «Университетская библиотека онлайн». Договор № 167-07/13 от 13.09.2013;
13. НП «НЭИКОН» ЭР EBSCO Publishing. Договор № 43-12/1176-2013 от 02.12.2013;
14. НО БФ «Фонд содействия развитию УГТУ-УПИ» ООО Компания «Кодекс-Люкс» Договор № 68/1354 от 25.11.2013;
15. НП «НЭИКОН» БД Questel ORBIT. Договор № 43-12/1099-2013 от 06.11.2013;
16. НП «НЭИКОН» AIP Nature Journals. Договор № 43-12/1354-2013 от 16.12.2013;
17. НП «НЭИКОН», ACS, Cambridge University Press. Договор № 43-12/1474-2013 от 15.11.2013
18. Elsevier B.V. БД Scopus. Договор № 1-5608083155 от 11.11.2013;
19. НП «НЭИКОН», БД JSTOR, БД ACM. Договор № 43-12/1585-2013 от 25.12.2013;
20. НП «НЭИКОН», БД OXFORD REFERENCE ONLINE. Договор № 43-12/1586-2013 от 26.12.2013;
21. ООО «НЭИКОН», ООО «Ивис», ООО «Твинком», ООО «Интегрум Медиа». Договор № 43-12/1226-2013 от 01.11.2013.

6 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекции читаются в аудитории, оснащённой мультимедийным проектором. Для самостоятельной работы используются аудитории, оснащённые персональными компьютерами по числу обучающихся с подключением к сети «Интернет».