

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"**

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Физика электронных и ионных процессов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Общей и экспериментальной физики**

Учебный план 1.3.2. 06_24_00.plx
1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	31	31	31	31
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):

д.техн.н., зав. каф., Дубков Михаил Викторович; к.т.н., доц., Буробин Михаил Анатольевич

Рабочая программа дисциплины

Физика электронных и ионных процессов

разработана в соответствии с:

ФГТ 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 20.10.2021 г. № 951)

составлена на основании учебного плана:

1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

утвержденного учёным советом вуза от 26.01.2024 протокол № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Общей и экспериментальной физики

Протокол от 10.06.2024 г. № 9

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Дубков Михаил Викторович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Общей и экспериментальной физики

Протокол от ____ 2028 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Цель дисциплины: изучение аспирантами методов исследования эмиссионных систем, применением их в приборах электронной техники.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	К освоению программ аспирантуры допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет или магистратура, в том числе лица, имеющие образование, полученное в иностранном государстве, признанное в Российской Федерации. (Постановление от 30 ноября 2021г №2122 "ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПОЛОЖЕНИЯ О ПОДГОТОВКЕ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ (АДЪЮНКТУРЕ) п.4 раздела I.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	фундаментальные свойства и общие закономерности существующих эмиссионных явлений.
3.2	Уметь:
3.2.1	на основе известных физических законов составлять уравнения, описывающие электронные и ионные потоки в электрических и магнитных полях.
3.3	Владеть:
3.3.1	практическими навыками расчета различных эмиссионных процессов в электронных и ионных системах.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Введение.					
1.1	Введение. /Тема/	5	0			
1.2	Краткие сведения о содержании курса и его особенностях. Место эмиссионной электроники в обеспечении научно-технического прогресса. Квантовые представления о поведении электронов в твердом теле, энергетические зоны, заполнение зон, уровень Ферми. Поверхностный потенциальный барьер. Работа выхода электронов из твердого тела. /Лек/	5	2		Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
1.3	/Ср/	5	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
	Раздел 2. Термоэлектронная эмиссия.					
2.1	Термоэлектронная эмиссия. /Тема/	5	0			
2.2	Основное уравнение термоэлектронной эмиссии. Влияние электрического поля на ток эмиссии с однородной и неоднородной поверхности. Поправка Шоттки. Нормальный и аномальный эффект Шоттки. Термоэлектронная эмиссия со сложных поверхностей. Эффективные термокатоды. /Лек/	5	3		Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
2.3	Определение термоэмиссионных констант методом регистрации токов термоэлектронов и контактной разности потенциалов. Термоэмиссионные константы граней кристаллов. Распределение термоэлектронов по энергиям. /Пр/	5	4		Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет

2.4	/Ср/	5	7		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 3. Фотоэлектронная эмиссия.					
3.1	Фотоэлектронная эмиссия. /Тема/	5	0			
3.2	Основные законы фотоэффекта. Влияние электрического поля и температуры на фотоэлектронную эмиссию. Спектральные характеристики фотоэлектронной эмиссии. Роль поляризации света. Основы теории Фаулера для фотоэффекта. Квантово-механическая теория фотовозбуждения электронов твердого тела. /Лек/	5	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
3.3	Распределение фотоэлектронов по энергиям. Эффективные фотокатоды. Эмиттеры с отрицательным электронным сродством. /Пр/	5	2		Л1.1 Л1.2Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
3.4	/Ср/	5	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 4. Вторичная электронная эмиссия.					
4.1	Вторичная электронная эмиссия. /Тема/	5	0			
4.2	Основные закономерности. Процессы рассеяния первичных электронов различной энергии в твердом теле. Зависимость интегрального коэффициента вторичной эмиссии от энергии первичных электронов. Оже-электроны, характеристические потери энергии. Вторичная ионно-электронная эмиссия. Основные механизмы эмиссии при ионном облучении поверхности тел. Вторичная ионно-ионная эмиссия (катодное распыление). /Лек/	5	3		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
4.3	Распределение вторичных электронов по энергиям. Эффективные вторично-электронные катоды. Понятие о различных видах вторично-электронной спектроскопии, растровой электронной микроскопии, дифракции электронов и ее применении. Обратное рассеяние ионов. /Пр/	5	4		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
4.4	/Ср/	5	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 5. Термоионная эмиссия.					
5.1	Термоионная эмиссия. /Тема/	5	0			
5.2	Термоионная эмиссия (поверхностная ионизация). Основное уравнение. /Лек/	5	2		Л1.5Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
5.3	Применение ТЭЭ в диагностике поверхности твердых тел. /Пр/	5	2		Л1.5Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
5.4	/Ср/	5	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 6. Автоэлектронная (полевая) эмиссия.					
6.1	Автоэлектронная эмиссия. /Тема/	5	0			

6.2	Основное уравнение автоэлектронной эмиссии. Прозрачность потенциального барьера у поверхности. Термоавтоэлектронная эмиссия. Взрывная эмиссия. Автоионизация и полевое испарение. Основные закономерности. Уравнение автоионного тока. /Лек/	5	2		Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
6.3	Экспериментальное исследование автоэлектронной эмиссии. Создание сильноточных источников электронов. Многоострийные автокатоды. /Пр/	5	2		Л1.3 Л1.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
6.4	/Ср/	5	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 7. Экзоэлектронная эмиссия.					
7.1	Экзоэлектронная эмиссия. /Тема/	5	0			
7.2	Экзоэлектронная эмиссия. Ее основные закономерности. Термо- и фотостимулированная экзоэмиссия. /Лек/	5	2		Л1.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
7.3	Применение экзоэмиссии в диагностике поверхности твердых тел. /Пр/	5	2		Л1.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	Зачет
7.4	/Ср/	5	4		Э1 Э2 Э3 Э4 Э5	
	Раздел 8.					
8.1	/Тема/	5	0			
8.2	/ИКР/	5	0,25			
8.3	/Зачёт/	5	8,75			

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Битнер Л. Р.	Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007, 148 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/13920.html
Л1.2	Шуппе Г.Н.	Вопросы электронных и ионных эмиссий(виды эмиссий) : Учеб.пособие	Рязань, 2006, 84с.	5-7722-0266-9, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	Фурсей Г.Н.	Автоэлектронная эмиссия : учеб. пособие	СПб.: Лань, 2012, 319с.: ил.	978-5-8114-1232-7, 1
Л1.4	Егоров Н.В., Шешин Е.П.	Автоэлектронная эмиссия. Принципы и приборы : учебник-монография	Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2011, 704с.	978-5-91559-027-3, 1
Л1.5	Владимиров Г.Г.	Физическая электроника. Ч. 1. Термоэлектронная эмиссия. : Учебно-методическое пособие.	Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та,, 2007, 187	, 20

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Брусиловский Б.А.	Кинетическая ионно-электронная эмиссия	М.: Энергоатом издат, 1990, 184с.	5-283-03970-6, 1
Л2.2	Киселев Г.Л.	Квантовая и оптическая электроника : учеб. пособие	СПб.: Лань, 2011, 314с.	978-5-8114-1114-6, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный интернет портал РГРТУ [электронный ресурс] http://www.rsreu.ru
Э2	Образовательный портал РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: по паролю https://edu.rsreu.ru
Э3	Электронная библиотека РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - по паролю http://elib.rsreu.ru/
Э4	Электронно-библиотечная система IRPbooks [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю https://www.iprbookshop.ru
Э5	Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю https://e.lanbook.com

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
--------------	----------

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	345 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (30 мест без учета места преподавателя); Аудиторная доска
---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины (Методические указания).	документ подписан в электронной форме	ЭДО ООО "Компания "Тензор"
	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Дубков Михаил Викторович, Заведующий кафедрой ОиЭФ 19.06.24 09:44 (MSK) Простая подпись
	ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Дубков Михаил Викторович, Заведующий кафедрой ОиЭФ 19.06.24 09:44 (MSK) Простая подпись
	ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ ОА	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Нефедова Елена Евгеньевна, Начальник отдела аспирантуры 19.06.24 14:27 (MSK) Простая подпись
	ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Гусев Сергей Игоревич, Проректор по научной работе и инновациям 19.06.24 15:48 (MSK) Простая подпись