

Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт электрофизики
Уральского отделения Российской академии наук
(ИЭФ УрО РАН)

«Утверждаю»
Врио. директора ИЭФ УрО РАН



В.Г. Шапак

« 6 » 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Вакуумная и плазменная электроника»
Б1.В.ДВ.1-3

Специальность 03.06.01 – «Физика и астрономия»

Рабочая программа утверждена на заседании Ученого Совета ИЭФ УрО РАН.
Приказ № 1 от 05.02.2015 г.

Екатеринбург
2015

Программу составили:

В.Н.С. ИЭФ УрО РАН
д.ф.-м.н., профессор



Никулин С.П.

С.Н.С. ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.



Уйманов И.В.

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора по НР ИЭФ УрО РАН
к.т.н.

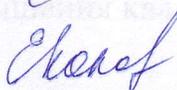
«6» февраля 2015 г.



Иванов М.Г.

Учёный секретарь ИЭФ УрО РАН
к.ф.-м.н.

«6» февраля 2015 г.



Кокорина Е.Е.

Рабочая программа утверждена на заседании Учёного совета ИЭФ УрО РАН.
Протокол № 1 от 06.02.2015 г.

	Содержание
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

1. Цели и задачи дисциплины.

- дать знания основ физики взаимодействия заряженных частиц с твёрдым телом, о процессах эмиссии электронов и ионов;
- приобретение навыков практического использования полученных знаний при работе с современными электрофизическими установками и ускорителями, в энергетике, электронике.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины.

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- и иметь ясное представление о физике эмиссионных явлений.

Уметь:

- применять на практике полученные знания в других областях;
- воспроизводить физические явления на опыте;
- анализировать результаты эксперимента и делать выводы;
- ориентироваться в потоке научно-технической информации.

Владеть:

- основными методами проведения физического опыта;
- навыками самообразования и повышения квалификации.

3. Компетенции.

<i>№ п/п</i>	<i>Индекс</i>	<i>Содержание</i>
1.	ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.
2.	УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
3.	УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.
4.	УК-4	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

5.	ПК-1	Способность ставить, формализовать и решать задачи, умением системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание.
6.	ПК-2	Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учётом отечественного и зарубежного опыта.
7.	ПК-3	Способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза информации в избранной области физических исследований.
8.	ПК-4	Способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способность самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя коллектива.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы.

<i>Вид учебной работы</i>	<i>Всего</i>		<i>Период обучения</i>
	<i>часов</i>	<i>ЗЕТ</i>	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	3	первый курс
Аудиторные занятия, в т.ч.:			
Лекции	36	1	
Практические занятия (ПЗ)			
Самостоятельная работа	54	1,5	
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	

5. Содержание дисциплины.

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Раздел дисциплины</i>	<i>Лекции</i>	<i>ПЗ</i>	<i>Сам. раб.</i>	<i>Контр. сам. раб.</i>
1.	Введение.	2		2	
2.	Основные понятия и определения.	2		2	
3.	Термоавтоэмиссия, (теория).	4		6	2
4.	Термоавтоэмиссия, (эксперимент).	4		6	2

5.	Термоавтоэмиссия, (применение).	2		4	2
6.	Взрывная эмиссия.	4		6	2
7.	Фотоэмиссия.	4		6	2
8.	Вторичная эмиссия.	4		6	2
9.	Другие виды эмиссии.	4		6	2
10.	Элементы электронно-оптических систем.	4		6	2
11.	Заключение.	2		4	2
Всего час.		36		54	18

5.2. Содержание разделов дисциплины.

5.2.1. Введение.

Характеристика предмета, объём и содержание. Формы аудиторной работы. Формы контроля знаний. Описание учебной литературы.

5.2.2. Основные понятия и определения.

Физическое содержание явления эмиссии частиц. Виды эмиссии. Общие характеристики процессов взаимодействия заряженных частиц с твёрдым телом.

5.2.3. Термоавтоэмиссия, (теория).

Элементы электронной теории твёрдых тел. Потенциальный барьер на границе твёрдое тело–вакуум. Коэффициент прозрачности. Энергетические спектры эмитируемых частиц. Плотность тока эмиссии. Тепловые эффекты при термоавтоэмиссии.

5.2.4. Термоавтоэмиссия, (эксперимент).

Автоэлектронная эмиссия. Особенности автоэмиссионного диода. Вольтамперные характеристики. Характеристики Фаулера-Нордгейма. Калориметрические методы при автоэмиссии. Термоэлектронная эмиссия. Характеристики Ричардсона-Шоттки. Калориметрические методы при термоэмиссии. Измерения энергетических спектров электронов эмиссии.

5.2.5. Термоавтоэмиссия (применение).

Автоэлектронный проектор. Ненакаливаемые катоды. Сканирующий туннельный микроскоп. Электровакуумные приборы. Электронные трубки.

Прямое преобразование тепловой энергии в электрическую с использованием термоэлектронной эмиссии.

5.2.6. Взрывная эмиссия.

Феноменология явления взрывной эмиссии. Временные стадии. Основные количественные характеристики. Стадия инициирования. Предельные токи термоавтоэмиссии. Искровая стадия. Эрозия электродов. Катодный факел. Закономерности прохождения тока при взрывной эмиссии. Применение взрывной эмиссии.

5.2.7. Фотоэмиссия Закономерности фотоэффекта.

Фотовозбуждение электронов. «Объёмный» и «поверхностный» фотоэффект. Применение фотоэмиссии.

5.2.8. Вторичная эмиссия.

Электрон-электронная вторичная эмиссия. Оже-эффект. Ионэлектронная вторичная эмиссия. Кинетическая ион-электронная эмиссия. Потенциальная эмиссия. Поверхностная ионизация. Катодное распыление. Явления адсорбции и десорбции. Прохождение заряженных частиц через вещество. Применения вторичной эмиссии.

5.2.9. Другие виды эмиссии.

Экзоэлектронная эмиссия. Основные закономерности. Термо- и фото-стимулирование. Использование. Авто-стимулированные виды эмиссии.

5.2.10. Элементы электронно-оптических систем.

Движение заряженной частицы в электромагнитном поле. Линзы в оптике заряженных частиц. Аберрации в электронной оптике. Пучки заряженных частиц низкой интенсивности.

5.2.11. Заключение.

Нерешённые проблемы физики взаимодействия заряженных частиц с твёрдым телом применительно к задачам электрофизики. Перспективы решения. Возможные пути создания новых технологий.

5.3. Самостоятельная работа аспирантов.

5.3.1. Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе (48 ч.).

5.3.2. Подготовка к контролю по дисциплине (6 ч.).

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

6.1. Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. Модинос, А. Авто-термо и вторично-электронная эмиссионная спектроскопия. – М.: Наука, 1990. – 319 с.
2. Фистуль, В.И. Физика и химия твёрдого тела. – М.: Metallurgia, 1995. Т. 1. – 480 с.
3. Фистуль, В.И. Физика и химия твёрдого тела. – М.: Metallurgia, 1995. Т. 2. – 320 с.
4. Месяц, Г.А., Проскуровский Д.И. Импульсный электрический разряд в вакууме. – Новосибирск: Наука, 1996. – 256 с.
5. Мешков, И.Н. Транспортировка пучков заряженных частиц. – Н.: Наука, 1991.

б) дополнительная литература:

1. Добрецов, Л.Н., Гомоюнова, М.Б. Эмиссионная электроника. – М.: Наука, 1966. – 564 с.
2. Елинсон, М.И., Васильев, Г.Ф. Автоэлектронная эмиссия. – ГИФ-МЛ. М.: 1958. – 272 с.
3. Грановский, В.Л. Электрический ток в газе. – ГИТ-ТЛ. М.: 1952. Т. 1. – 432 с.
4. Шимони, К. Физическая электроника. – М.: Энергия 1977. – 607 с.
5. Мирдель, Г. Электрофизика. – М.: 1972. – 608 с.
6. Соболев, В.Д. Физические основы электронной техники. – М.: Высшая школа, 1979. – 448 с.
7. Ненакаливаемые катоды. / [Под редакцией М.И. Елинсона]. – М.: Наука, 1974. – 336 с.
8. Фишер, Р., Нойман, Х. Автоэлектронная эмиссия полупроводников. – М.: Мир, 1971. – 215 с.
9. Месяц, Г.А. Эктоны, часть 1. – Екатеринбург: Наука, 1993–1994. Т. 1. – 184 с.
10. Месяц, Г.А. Эктоны, часть 2. – Екатеринбург: Наука, 1993–1994. Т. 2. – 242 с.
11. Месяц, Г.А. Эктоны, часть 3. – Екатеринбург: Наука, 1993–1994. Т.3. – 261 с.
12. Швилкин, Б.Н. Газовая электроника и физика плазмы в задачах. – М.: Наука, 1978. – 160 с.
13. Швилкин, Б.Н., Мискинова, Н.А. Физическая электроника в задачах. – М.: Наука, 1987. – 253 с.

в) методическое обеспечение:

<http://iep7.iep.uran.ru/iep/aspir.htm>

6.2. Информационное обеспечение.

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	доступ свободный

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для проведения занятий по дисциплине используются: компьютерный класс, лаборатории Института, оборудование: стрип-камера видимого и ближнего УФ диапазона, оптический спектрограф, установка для измерения вольт-амперных характеристик, система сбора и обработки информации RL-88, универсальный вакуумный пост, цифровые осциллографы, импульсно-периодический генератор высоковольтных импульсов, цифровые четырёхканальные осциллографы в комплекте с широкополосными измерительными трактами и аттенюаторами, частотный импульсный генератор с полупроводниковым обострителем.

Программа составлена с учётом рекомендаций по формированию основных профессиональных образовательных программ послевузовского профессионального образования для обучающихся в аспирантуре (№ 0160 от 17 июля 2012 г. Серия 90Л01 № 0000173) и на основе Федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утверждённых приказом Министерства образования и науки РФ от 16.03.2011 г. № 1365 (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 10.05.2011 г., регистрационный № 20700).