



СПбГТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГТУ «ЛЭТИ»)**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

В.А. Тулик

« 15.09.2022 г.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

Группа научных специальностей: 2.2. «Электроника, фотоника, приборостроение и
связь»

2.2.1. «Вакуумная и плазменная электроника»

Форма обучения: очная

Срок обучения: 4 года

Факультет: ФЭЛ

Выпускающая кафедра: ЭПУ

Санкт-Петербург

2022

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет: ФЭЛ

Обеспечивающая кафедра: ЭПУ

Курс 4

Семестр 8

Виды занятий

Лекции

Самостоятельная работа

Вид промежуточной аттестации

Экзамен (семестр) 8

Разработчик



Грязнов А. Ю.

Зав. каф. ЭПУ



Потрахов Н. Н.

Заведующий ОДА



Тумаркин А. В.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Основной целью дисциплины является изучение аспирантами специальных вопросов электронной техники в таких областях, как разработка и производство электровакуумных, плазменных и рентгеновских приборов.

Также описываются особенности использования рентгеновских, вакуумных и плазменных технологий в приборостроении.

SUBJECT SUMMARY

"VACUUM AND PLASMA ELECTRONICS"

The main purpose of the discipline is the study by graduate students of special issues of electronic technique in such areas as the development and production of vacuum, plasma and X-ray devices.

Also are described the peculiarities of the X-ray, vacuum and plasma technologies in instrumentation.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Изучение физических процессов в вакуумных и плазменных приборах и их конструктивно-технологических особенностей.
2. Формирование умения проводить теоретический анализ, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования физических процессов, лежащих в основе принципов работы электровакуумных, плазменных и рентгеновских приборов.
3. Освоение навыков самостоятельной работы с литературой; аппаратными и методическими средствами экспериментального исследования приборов и устройств.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Содержание, цель и значение дисциплины в подготовке аспирантов, ее связь с другими дисциплинами и подготовкой кандидатской диссертации. Общая классификация приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники.

Тема 1. Технологии, применяемые в производстве приборов вакуумной электроники

Основные свойства плазмы и газовых разрядов и области их применения в науке и технике. Сравнительный анализ характеристик разрядов различных типов. Вакуумно-дуговые источники плазмы. Модели для описания параметров разрядов и плазмы положительного столба. Особенности протекания электрического тока. Технология нанесения покрытий. Экспериментальные методы исследования параметров плазмы газовых разрядов.

Тема 2. Устройства плазменной электроники

Плазменные устройства для распыления и напыления материалов: диодные системы распыления на постоянном токе и при высокочастотном питании, многоэлектродные системы распыления, магнетронные системы распыления: особенности конструкций, характеристики, элементы расчета, области применения. Плазменные источники электронов: особенности конструкций, характеристики, элементы расчета, области применения. Плазменные источники ионов: особенности конструкций, характеристики, элементы расчета, области применения. Плазменные ускорители: особенности конструкций, характеристики, элементы расчета, области применения. Генераторы низкотемпературной плазмы: особенности конструкций, характеристики, элементы расчета, области применения.

Тема 3. Рентгеновские приборы для контроля электронных устройств

Принцип радиационной дефектоскопии. Классификация методов дефектоскопии. Рентгенографический метод. Чувствительность. Техника просвечивания.

Применяемое оборудование. Особенности промышленного просвечивания. Рентгеновские трубы для промышленного просвечивания. Системы регистрации в промышленном просвечивании. Системы визуализации теневых изображений. Особенности микрофокусного просвечивания. Установки типа «Орел» и «Калан».

Тема 4. Рентгеновские трубы технического назначения

Рентгеновские трубы для промышленных целей. Рентгеновские трубы для структурного анализа. Рентгеновские трубы для спектрального анализа. Импульсные рентгеновские трубы. Трубы для промышленного просвечивания. Принципы конструирования трубок для кристалл-дифракционных и бескристальных спектрометров. Трубы со сменными анодами. Секционированные трубы. Мощные генераторы излучения с вращающимися анодами. Импульсные трубы с автоэмиссионными и взрывоэмиссионными катодами. Трубы с внешней мишенью.

Тема 5. Компьютерное моделирование и системы автоматизированного проектирования электронных приборов

Современные программные средства компьютерного моделирования и проектирования электронных приборов. Структура систем автоматизированного проектирования электронных приборов. Состав систем автоматизированного проектирования электронных приборов. Система автоматизированного проектирования как человеко-машичная система. Виды обеспечения систем автоматизированного проектирования: методическое, техническое, математическое, программное, информационное, организационное.

Требования к техническим средствам систем автоматизированного проектирования. Системное программное обеспечение. Стандартные наборы программ для операционной среды Windows.

Заключение

Перспективы развития вакуумной и плазменной электроники, новые области применения источников ионизирующих излучений, специальных устройств оптической электроники

В случае, если дисциплина реализуется в группах с малой численностью, занятия по отдельным разделам могут проходить в виде установочной лекций, выдачи и объяснения задания по теме, а текущий контроль может проходить в виде представления и защиты аспирантом выполненного задания.

Общие рекомендации по выполнению индивидуальных заданий доступны для аспиранта в печатном или электронном виде (на сайте Университета), либо аспирант может получить рекомендации у преподавателя, отвечающего за дисциплину, в часы консультаций. Задание формулируется с учетом тематики диссертационного исследования аспиранта в рамках изучаемой дисциплины.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ. (на каф.)
1	Сушков А.Д. Вакуумная электроника: Физико-технические основы. СПб.: Лань, 2004. 464 с.	209
2	Барченко В.Т. Плазменные приборы и устройства на базе тлеющего разряда: учеб. пособие. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002. 65 с.	76
3	Барченко В.Т., Быстров Ю.А., Колгин Е.А. Ионно-плазменные технологии в электронном производстве. СПб.: Энергоатомиздат, 2001. 331 с.	137
4	Грязнов А.Ю., Потрахов Н.Н. Применение ускорителей и рентгеновских приборов: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006. 46 с.	19
5	Барченко В.Т., Гребнев О.И., Лисенков А.А., Франгулов С.В. Физические основы плазменной электроники: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. 80 с.	185
6	Барченко В.Т., Ветров Н.З., Лисенков А.А. Технологические вакуумно-дуговые источники плазмы. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. 242 с.	10
7	Кострин Д.К., Лисенков А.А., Ухов А.А.. Электронные средства контроля технологических процессов. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. 228 с.	10
8	Киселев А.С., Кострин Д.К., Лисенков А.А. и др. Газоразрядная плазма: физика и применение. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. 243 с.	10
9	Грязнов А.Ю., Кострин Д.К., Лисенков А.А. и др. Электровакуумная техника, приборы и устройства. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. 260 с.	10
10	Клюев В.В. Рентгенотехника: Справочник в 2 кн. М.: Машиностроение, 1992.	2, 2
11	Фролов Е.С. Вакуумная техника. Справочник. М.: Машиностроение, 1992. 480 с.	2

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети
«Интернет», используемых при освоении дисциплины**

№	Электронный адрес
1	http://infotechlib.narod.ru
2	http://ru.wikipedia.org

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют федеральным государственным требованиям.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, включая перечень экзаменационных вопросов (Приложение 1), а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин доводятся до сведения обучающихся на первом занятии.

Список экзаменационных вопросов по дисциплине
«ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

1. Классификация вакуумных приборов.
2. Классификация источников плазмы.
3. Особенности конструкции катодов вакуумных приборов.
4. Технология производства анодов плазменных приборов.
5. Особенности производства вакуумных оболочек.
6. Формирование потоков электронов и ионов в устройствах плазменной электроники.
7. Электромагнитная и электростатическая фокусировка.
8. Плазменные устройства для ионно-плазменного распыления и напыления материалов.
9. Генераторы низкотемпературной плазмы.
10. Особенности конструкции рентгеновских трубок.
11. Мощные трубы с вращающимся анодом.
12. Особенности микрофокусного просвечивания.
13. Рентгеновские трубы для промышленного просвечивания.
14. Современные системы регистрации рентгеновского излучения.
15. Импульсные рентгеновские трубы.
16. Трубы со сменными анодами.
17. Трубы с взрывоэмиссионными катодами.
18. Программные средства моделирования фокусировки пучков заряженных частиц.
19. Структура систем автоматизированного проектирования электронных приборов.
20. Перспективные технологии приборов вакуумной и плазменной электроники.