



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная оптика

Кафедра физической электроники факультета физического

Образовательная программа

03.04.02-физика

Профиль подготовки

физика плазмы

Уровень высшего образования
магистратура


Форма обучения

очная

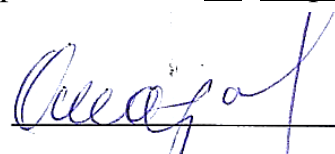
Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2017 год

Рабочая программа дисциплины «Электронная оптика» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности) 03.04.02-физика (уровень: магистратура) от «28» августа 2015 г. №913

Разработчик : кафедра физической электроники, к.ф.-м.н., доцент
Юнусов А.М. 

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «22» марта 2017г., протокол № 8

Зав.кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «30» марта 2017 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина входит в *базовую* часть образовательной программы *магистратуры* по направлению 03.04.02- физика.

Дисциплина реализуется на физическом факультете, кафедрой физической электроники.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания; о законах движения заряженных и нейтральных частиц, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц на основе концепции волновых функций, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения.

Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения основ физики плазмы, спектроскопии плазмы, основ физики газовых лазеров, физических основ плазменных технологий.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных –ОК-1,ОК-2,ОК-3,ОК-4,ОК-5,ОК-6,ОК-7,ОК-8,ОК-9, общепрофессиональных – ПК-1,ПК-2,ПК-3,ПК-4,ПК-5,ПК-6, проектно-конструкторская – ПК-7,ПК-8,ПК-9,ПК-10,ПК-11,ПК-12,ПК-13,ПК-14,ПК-15, научно-исследовательская деятельность-ПК-16,ПК-17,ПК-18,ПК-19,ПК-20.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия,*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме- *контрольная работа, коллоквиум* и промежуточный контроль в форме *экзамена*.

Объем дисциплины 3 зачетных единиц, 108 в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экза мен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекц ии		Лаборатор ные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
11	108	8		12			88	ЭКЗАМЕН

Автор-составитель: к.ф.-м.н., доц. Юнусов А.М.

_____ Учебно-методический комплекс
«Физическая электроника» составлен в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования с учетом рекомендаций основной образовательной программы по направлению 011200.68-физика.

Дисциплина входит в федеральный компонент цикла общенаучных дисциплин и является обязательной для изучения.

Декан физического факультета _____ В.С. Курбанисмаилов

Председатель методсовета факультета _____ Ж.Х. Мурлиева

1. Цели освоения дисциплины.

Целью курса является ознакомление студентов с основами геометрической электронной оптики, которая является физической основой процессов, лежащих в основе действия приборов электронной оптики, а также с принципом действия и особенностями. Как существующих, так и вновь разрабатываемых приборов электронной оптики, главными результатами, достигнутыми в этой области.

В процессе изучения данной дисциплины студенты должны всесторонне и глубоко усвоить теоретический материал, овладеть методами расчета различных физических явлений в системах, находящих практическое применение, должны хорошо усвоить физическую основу работы приборов электронной оптики, взаимосвязи их характеристик и параметров, уметь применить полученные знания на практике, в частности при выполнении дипломных работ, при проведении научных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата (специалитета, магистратуры).

Дисциплина «Электронная оптика» относится к профессиональному циклу М.2 ООП магистратуры по магистерской программе «Физика плазмы». Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере задач физики газового разряда.

Студенты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о законах движения заряженных и нейтральных частиц, законах сохранения энергии, импульса и момента количества движения, основах квантового описания частиц на основе концепции волновых функций, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики и атомной физики, квантовой механики, статистических законах распределения.

Данная дисциплина является базовой для дальнейшего изучения основ физики плазмы, спектроскопии плазмы, основ физики газовых лазеров, физических основ плазменных технологий.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Магистр должен обладать:

общекультурными компетенциями (ОК):

способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);

способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3);

способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-4);

способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5);

готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-6);

способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-7);

способностью позитивно воздействовать на окружающих с точки зрения соблюдения норм и рекомендаций здорового образа жизни (ОК-8);

готовностью использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-9).

общефессиональные компетенции:

способностью использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры (ПК-1);

способностью демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ПК-2);

способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ПК-4);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) (ПК-5);

готовностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);

проектно-конструкторская деятельность:

способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-7);

готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-8);

способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-9);

способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-10);

проектно-технологическая деятельность:

способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-11);

способностью владеть методами проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-12);

способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-13);

готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПК-14);

готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-15);

научно-исследовательская деятельность:

готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-16);

способностью разрабатывать с использованием современных языков программирования и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач (ПК-17);

готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени (ПК-18);

способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-19);

способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-20);

Основные задачи изучения дисциплины- освоение методов формирования потоков носителей заряда и управления ими; установление взаимосвязи к взаимной обусловленности достижений физических и химических наук в области формирования активных электронных систем; оказание помощи студентам в выборе тем курсовых и дипломных работ, в прохождении преддипломной практики;

знать: волновые свойства микрочастиц, квантование энергии частицы в твердом теле, элементы статистики электронов и дырок в собственных и примесных полупроводниках, элементы теории дефектов в кристаллах и зонной теории, механизмы электропроводности твердых тел, методы получения и свойства контактов Ме-полупроводник. Теории выпрямления, типы и механизмы пробоя барьерных структур, принцип работы фотоэлектрических приборов, физические явления на поверхности полупроводника и особенности токопрохождения в тонких.

уметь: классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.

владеть: основными методами измерений параметров и характеристик полупроводниковых материалов и приборов, математическим аппаратом для расчета параметров технологического процесса и обработки экспериментальных данных, основными навыками применения компьютерных технологий в научных исследованиях, современными программными средствами моделирование устройств электроники и наноэлектроники.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

4.2 Структура дисциплины

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		

	Модуль 1. Оптика. Геометрическая оптика.								
1	Основная задача электронной оптики. Схема аналитического расчета. Оптико-механическая аналогия.			2	2				
2	Движение электронов в аксиально-симметрических электронных и магнитных полях. Основное уравнение электронной оптики.				2				
3	Электронные линзы. Интенсивные пучки. Общая схема формирования интенсивных пучков. Принцип построения пушек Пирса.			2	2				
	<i>Итого по модулю 1:</i>			4	6			26	36 Контрольная работа
	Модуль 2. Атомная физика. Движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях.								
1	Основные элементы электронно-лучевых приборов фокусирующие устройства. Приемники.			2	2				
2	Осциллограф, электронно-лучевые трубки. Радиолокационные трубки. Приемные телевизионные трубки (кинескопы цв. проекторы)				2				
3	Приборы СВЧ электроники. Магнетроны Кистеры. ЛБВ, ЛОВ.			2	2				
	<i>Итого по модулю 2:</i>			4	6			26	36 Контрольная работа
	Модуль 3 Математика, раздел дифференциальные								

	уравнения.								
1	(название темы)								
2	(название темы)								
3	(название темы)								
	<i>Итого по модулю 3:</i>								36 экзамен
	...итого			8	12			52	108

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1.

Тема 1. Прямая и обратная задачи, возникающие при рассмотрении движения заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Схема аналитического расчета. Оптика - механическая аналогия.

Тема 2. Исследование электрических полей методом конечной разности потенциалов, электролитической ванны, электроинтеграторов, упругой мембраны. Экспериментальные методы нахождения магнитных полей: метод баллистического гальванометра, метод датчика Холла, метод милливеберметра.

Тема 3. Распределение потенциала осесимметричного электрического поля. Траектория параосевых электронов. Анализ основного уравнения электронной оптики. Методы решения основного уравнения. Метод последовательных приближений, метод линейных отрезков.

Распределения магнитной индукции осесимметричного магнитного поля. Движение электронов в осесимметричном магнитном поле. Уравнение траектории. Анализ основного уравнения электронной оптики. Осесимметричные электростатические электронные линзы. Оптическая сила электростатической линзы. Типы электростатических электронных линз: отдельная дифрагма, одиночная линза, иммерсионная линза, иммерсионный объектив. Электростатические электронные зеркала. Осесимметричные магнитные линзы. Оптическая сила магнитной линзы. Аберрации электронных линз. Сферическая и хроматическая аберрации. Цилиндрические электронные линзы.

Фокусировка поперечными полями. Квадрупольные электростатические и магнитные линзы.

Модуль 2.

Тема 4. Понятие первичного пучка. Основные элементы системы формирования интенсивных электронных пучков. Схема формирования интенсивных электронных пучков. Пушки Пирса.

Тема 5. Фокусирующие устройства. Формирования пучка в электронной пушке. Первая линза электронной пушки, формирование скрещения. Вторая линза электронной пушки, параметры пятна. Практические конструкции электронных пушек. Пушка с нулевым током первого анода. Работа катода в электронной пушке. Отклоняющие устройства. Общие закономерности магнитного отклонения электронных пучков. Конструкция электростатических и магнитных отклоняющих систем искажения при отклонении.

Люминизирующие экраны. Характеристики экранов (спектральные, электрические).

Тема 6. Осциллографические электронно-лучевые трубки. Конструктивные особенности, основные параметры. Разрешающая способность, чувствительность, скорость записи, частотная характеристика. Приемные телевизионные трубки. Основные параметры, конструктивные особенности. Передающие телевизионные приборы (иконоскоп, ортископ).

ЭОПы и усилители яркости изображения. Электронный микроскоп. Принцип работы и ограничения светового микроскопа. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа. Разрешающая способность электронного микроскопа. Магнитный и электростатический варианты просвечивающего электронного микроскопа. Типы электронных микроскопов: растровый, отражательный, эмиссионный.

Темы практических занятий.

Тематический план

Тема 1. Основная задача электронной оптики.

Тема 2. Методы расчета и экспериментального исследования электрических и магнитных полей.

Тема 3. Движение электронов в осесимметричных электрических и магнитных полях.

Тема 4. Электронные линзы.

Тема 5. Интенсивные пучки.

Тема 6. Основные элементы электронно-лучевых приборов.

Тема 7. Основные классы электронно-лучевых приборов.

Лабораторные работы (лабораторный практикум)

Лабораторные занятия по дисциплине программой не предусмотрены.

5. Образовательные технологии:

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 10 часов аудиторных занятий.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

1. Методические указания к курсу лекций по электронной оптике. ДГУ. 1998г.
2. Методические указания к проведению практических занятий по электронной оптике. ДГУ. 1998г.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;

- тезисы лекций,

- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

Методические рекомендации для преподавателя.

1. Внедрение новых информационных технологий в учебный процесс.
2. Пакет заданий для самостоятельной работы со сроками их выполнения и сдачи.
3. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:
 - изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
 - логичность, четкость и ясность в изложении материала;
 - возможность проблемного изложения с целью активизации деятельности студентов;
 - тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.
4. Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. При подготовке классического семинара желательно придерживаться следующего алгоритма:
 - а) разработка учебно-методического материала:
 - формулировка темы, соответствующей программе и Госстандарту;
 - определение дидактических, воспитывающих и формирующих целей занятия;
 - выбор методов, приемов и средств для проведения семинара;
 - подбор литературы для преподавателя и студентов;
 - при необходимости проведение консультаций для студентов;
 - б) подготовка обучаемых и преподавателя:
 - составление плана семинара из 3-4 вопросов;
 - предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к семинару;
 - предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);
 - создание набора наглядных пособий.

В конце семинара рекомендуется дать оценку всего семинарского занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

После проведения первого семинарского курса, начинающему преподавателю целесообразно осуществить общий анализ проделанной работы, извлекая при этом полезные уроки.

5. При изложении материала помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах. В профессиональном

общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

6. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-1-9	<p>знать: волновые свойства микрочастиц, квантование энергии частицы в твердом теле, элементы статистики электронов и дырок в собственных и примесных полупроводниках, элементы теории дефектов в кристаллах и зонной теории, механизмы электропроводности твердых тел, методы получения и свойства контактов Ме-полупроводник. Теории выпрямления, типы и механизмы пробоя барьерных структур, принцип работы фотоэлектрических приборов, физические явления на поверхности полупроводника и особенности токопрохождения в тонких.</p> <p>уметь: классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить</p>	Устный опрос, письменный опрос

	<p>энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.</p> <p>...</p>	
ПК-1-6	<p>.уметь: классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.</p> <p>владеть: основными методами измерений параметров и характеристик полупроводниковых материалов и приборов, математическим аппаратом для расчета параметров технологического процесса и обработки экспериментальных данных, основными навыками применения компьютерных технологий в научных исследованиях, современными программными средствами моделирование устройств электроники и наноэлектроники.</p> <p>...</p>	Письменный опрос
ПК-7-15	<p>уметь: классифицировать материалы по</p>	Круглый стол

	<p>кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.</p> <p>владеть: основными методами измерений параметров и характеристик полупроводниковых материалов и приборов, математическим аппаратом для расчета параметров технологического процесса и обработки экспериментальных данных, основными навыками применения компьютерных технологий в научных исследованиях, современными программными средствами моделирование устройств электроники и наноэлектроники.</p> <p>...</p>	
ПК-16-20	<p>уметь: классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление</p>	Мини-конференция

	полупроводника. владеть: основными методами измерений параметров и характеристик полупроводниковых материалов и приборов, математическим аппаратом для расчета параметров технологического процесса и обработки экспериментальных данных, основными навыками применения компьютерных технологий в научных исследованиях, современными программными средствами моделирование устройств электроники и наноэлектроники. ...	

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-1-9

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1); способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2); способностью свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения (ОК-3); способностью использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-4); способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5); готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности (ОК-6); способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности (ОК-7); способностью позитивно воздействовать на окружающих с точки зрения соблюдения норм и рекомендаций здорового образа жизни (ОК-8); готовностью использовать знания правовых и этических норм при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов (ОК-9).»

Уровень	Показатели (что обучающийся)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	должен продемонстрировать)			
Пороговый	волновые свойства микрочастиц, квантование энергии частицы в твердом теле, элементы статистики электронов и дырок в собственных и примесных полупроводниках, элементы теории дефектов в кристаллах и зонной теории, механизмы электропроводности твердых тел, методы получения и свойства контактов Ме-полупроводник. Теории выпрямления, типы и механизмы пробоя барьерных структур, принцип работы фотоэлектрических приборов, физические явления на поверхности полупроводника и особенности токопрохождения в тонких.			

ПК-1-6

Схема оценки уровня формирования компетенции

«общепрофессиональные компетенции:

способностью использовать результаты освоения фундаментальных и прикладных дисциплин ООП магистратуры (ПК-1);

способностью демонстрировать навыки работы в научном коллективе, порождать новые идеи (креативность) (ПК-2);

способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ПК-3);

способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ПК-4);

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) (ПК-5);

готовностью оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы (ПК-6);»

Уровень	Показатели (что	Оценочная шкала
---------	-----------------	-----------------

	обучающийся должен продемонстрировать)	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.			

...

ПК-7-15

Схема оценки уровня формирования компетенции «**проектно-конструкторская деятельность:**

способностью анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-7);

готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-8);

способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-9);

способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-10);

проектно-технологическая деятельность:

способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-11);

способностью владеть методами проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-12);

способностью разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники (ПК-13);

готовностью обеспечивать технологичность изделий электронной техники и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов (ПК-14);

готовностью осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства (ПК-15)»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.</p> <p>владеть: основными методами измерений параметров и характеристик полупроводниковых материалов и приборов, математическим аппаратом для расчета параметров технологического процесса и обработки экспериментальных данных, основными навыками применения компьютерных технологий в научных исследованиях, современными программными средствами моделирование устройств электроники и нанoeлектроники.</p>			

ПК-16-20

Схема оценки уровня формирования компетенции «научно-исследовательская деятельность»:

готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач (ПК-16);

способностью разрабатывать с использованием современных языков программирования и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач (ПК-17);

готовностью осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени (ПК-18);

способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-19);

способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-20);»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p>классифицировать материалы по кристаллической структуре, электрофизическим свойствам, рассчитывать параметры носителей заряда в полупроводниках, строить энергетические диаграммы барьерных структур, определять ширину слоя объемного заряда на поверхности полупроводника и в области контакта двух материалов, измерять удельное сопротивление полупроводника.</p> <p>владеть: основными методами измерений параметров и характеристик полупроводниковых материалов и приборов, математическим аппаратом для расчета параметров технологического процесса и обработки экспериментальных данных, основными навыками применения компьютерных технологий в научных исследованиях, современными программными средствами моделирование устройств электроники и наноэлектроники.</p>			

...

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. Типовые контрольные задания

Вопросы к экзамену.

1. Основная задача электронной оптики.
2. Схема аналитического расчета задачи электронной оптики.
3. Оптико-механическая аналогия. Принцип Ферма, принцип Эйлера.

4. Методы расчета и экспериментального исследования электрических полей.
5. Методы измерения магнитных полей.
6. Основное уравнение параксиальной электронной оптики.
7. Оптическая сила электростатической электронной линзы.
8. Типы электростатических электронных линз.
9. Магнитная линза. Оптическая сила магнитной линзы.
10. Аберрации электронных линз.
11. Цилиндрические электронные линзы.
12. Квадрупольные электронные линзы.
13. Схема формирования интенсивных пучков.
14. Принцип построения пушек Пирса.
15. Фокусирующие системы. Основные требования предъявляемые к фокусирующим системам. Формирования пучка в электронной пушке, первая и вторая линзы.
16. Практические конструкции электронных пушек.
17. Отклоняющие системы. Электростатические и магнитные отклоняющие системы.
18. Конструкция отклоняющих систем.
19. Экраны, характеристики люминесцентных экранов.
20. Осциллографические электронно-лучевые трубки. Основные характеристики.
21. Приемные телевизионные трубки (кинескопы).
22. Передающие телевизионные трубки (иконоскоп, ортископ, видикон).
23. ЭОПы и усилители света. Основные характеристики.
24. Рентгеновский усилитель света.
25. Электронный микроскоп. Разрешающая сила электронного микроскопа.
26. Магнитный и электростатические варианты электронного микроскопа.
27. Типы электронных микроскопов: просвечивающий, растровый, эмиссионный, отражательный.
28. Электронно-лучевые коммутаторы.
29. Расчет пороговой чувствительности ЭОП.
30. ЭОП основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел.

ТЕСТЫ ПО ЭЛЕКТРОННОЙ ОПТИКЕ

1. Электрон прошел в ускоряющем поле 100В, нужно ли учитывать волновые свойства электронов при решении электронно-оптических задач?
 1. да
 2. нет

2. Электрон ускорен разностью потенциалов 1 МэВ. Можно ли для определения скорости электрона использовать формулу $mv^2/2 = eu$?
 1. да
 2. нет

3. Что общего между движением электронов в электрическом поле и распространением светового луча в оптической среде?
 1. Выполняется принцип экспериментальности длины пути.
 2. Энергия фотона и электрона меняется.
 3. Показатель преломления меняется непрерывно в обоих случаях.
 4. В обоих случаях форма преломляющей поверхности и показатель преломления связаны.

4. В каком случае возможна фокусировка электронного пучка?
 1. $P=10^{-7} \text{ а/В}^{3/2}$
 2. $P=10^{-10} \text{ а/В}^{3/2}$

3. $P=10^{-11} \text{ а/в}^{3/2}$

5. Какими факторами можно охарактеризовать действие пространственного заряда в пучке?

1. Расширением электронного пучка в пространстве свободного от поля.
2. Возрастанием тока в пучке.
3. Ростом потенциала в пучке.

6. От чего зависит оптическая сила электростатической электронной линзы?

1. От напряженности поля внутри линзы.
2. От заряда электрона.
3. От массы электрона.

7. От чего зависит тип электростатической электронной линзы?

1. От напряженности поля внутри линзы.
2. От характера распределения осевого потенциала.
3. От характера изменения первой производной, от осевого потенциала
4. От характера изменения второй производной, от осевого потенциала.

8. От чего зависит оптическая сила короткой слабой магнитной линзы?

1. От напряженности магнитного поля в линзе.
2. От квадрата напряженности магнитного поля.
3. От числа витков катушки

9. От чего зависит угол поворота изображения в магнитной линзе?

1. От положения изображаемой точки.
2. От угла вылета электрона.
3. От напряженности магнитного поля.
4. От квадрата напряженности магнитного поля.

10. Зависит ли оптическая сила магнитной линзы от направления напряженности магнитного поля?

1. не зависит.
2. Меняет знак при изменении направления магнитного поля.

11. Какое различие между осесимметричной и цилиндрической линзой?

1. Оптическая сила цилиндрической линзы меньше при одном и том же значении осевого потенциала.
2. Цилиндрическая линза имеет линейный фокус.

12. От чего зависит оптическая сила тонкой слабой квадрупольной электростатической линзы?

1. от скорости электронов.
2. От материала электродов линз.

13. Что общего в траектории параксиальных электронов движущихся в осесимметричных электрическом и магнитных полях?

1. Траектории плоские кривые.
2. Траектории обратимы.
3. Траектории не зависят от заряда массы частиц.
4. Траектории пересекают ось симметрии.

14. С чем связано возникновение сферической абберации электронных линз?

1. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости объекта.

2. С непараксиальностью электронных траекторий в плоскости линзы.
 3. С разбросом начальных скоростей электронов.
 4. С взаимодействием электронов в пучке.
15. С чем связано возникновение хроматической аберрации?
1. С разбросом начальных скоростей электронов.
 2. С дифракцией электронов.
 3. С нарушением осевой симметрии электрических и магнитных полей.
 4. С взаимодействием электронов в пучке.
16. Как будет отображаться точечный объект цилиндрической электронной линзы?
1. кругом.
 2. Эллипсом.
 3. Точкой.
 4. Отрезком прямой.
17. Как будет отображаться точечный объект квадрупольной электронной линзой?
1. кругом.
 2. Эллипсом.
 3. Точкой.
 4. Отрезком прямой.
18. Какое преимущество квадрупольной линз над осесимметричными линзами?
1. Создать хорошо сфокусированное изображение точки.
 2. Оптическая сила их больше.
19. Распределение осевого потенциала осесимметричного электрического поля получена в виде некоторой кривой. Как найти траекторию электрона?
1. решением основного уравнения электронной оптики методом последовательных приближений.
 2. Решением основного уравнения электронной оптики методом линейных отрезков.
 3. Графоаналитическими методами
 4. Методом гравитационного моделирования.
20. Какой из перечисленных ниже экспериментальных методов определения распределения электрического поля является наиболее точным >?
1. Метод электролитической ванны.
 2. Метод электроинтеграторов.
 3. Метод полупроводящей бумаги.
 4. Метод резиновой мембраны.
21. Какое напряжение подводится к электродам при определении электрического поля методом электролитической ванны?
1. Постоянное напряжение.
 2. Переменное напряжение частотой 50 Гц.
 3. Переменное напряжение частотой 10 Гц.
 4. Переменное напряжение.
22. Как изменится оптическая сила одиночной линзы (средний электрод соединен с катодом) с увеличением потенциала крайних электродов?
1. Оптическая сила увеличится.

2. Оптическая сила уменьшится.
 3. Оптическая сила останется без изменения.
23. Какие требования предъявляются к электронному проектору?
1. Электронно-оптическая система, формирующая луч, должна обеспечивать в плоскости приемника электронов экрана или мишени возможно меньшее сечение электронного пучка.
 2. Первеанс пучка должны быть большим.
 3. Элементы прожектора должны изготавливаться из ферромагнитных материалов.
24. Почему большинство прожекторов современных электронно-лучевых приборов строится по двум линзовой оптической схеме?
1. Потому, что невозможно сфокусировать электроны одной электронной линзой.
 2. Потому, что в случае одной линзы нельзя строить прожектор достаточно хорошо удовлетворяющей основными требованиями.
25. От чего зависит радиус пятна на экране?
1. от площади имитирующей поверхности.
 2. От начальной энергии электронов.
 3. От потенциала в области скрещения.
 4. От радиуса скрещения
 5. От угла схождения пучка на экране.
26. От чего зависит чувствительность электростатического отклонения?
1. От заряда электрона
 2. От массы электрона
 3. От температуры катода.
 4. От ускоряющего напряжения.
 5. От тока пучка.
27. От чего зависит чувствительность магнитного отклонения?
1. От величины магнитного поля.
 2. От тока пучка.
 3. От ускоряющего напряжения.
 4. От величины заряда и массы электрона.
28. Для чего экраны электронно-лучевых приборов алюминированы?
1. Для увеличения яркости и контрастности изображения.
 2. Для увеличения разрешающей способности.
 3. Для увеличения световой отдачи экрана.
29. Пушки какого типа применяются в осциллографических трубках?
1. Магнитные пушки.
 2. Электростатические пушки.
 3. Пушки Пирса.
30. Какие из указанных факторов не влияют на разрешающую способность осциллографической трубки.
1. Величина аббераций электронных линз.
 2. Режим работы электронной пушки (ток пучка, потенциал второго анода).
 3. Структура и толщина экрана.
 4. Конструкция электронной пушки.

5. Площадь имитирующей поверхности.
31. От чего зависит качество электронно-лучевой трубки?
 1. Разрешающей способности.
 2. Чувствительности.
 3. Удельной или относительной чувствительности.
 - 4.
32. Какой из указанных факторов является не характерным для современных кинескопов.
 1. Применение контрольных стекол.
 2. Алюминирование экранов.
 3. Электростатические пушки.
 4. Электростатические отклоняющие системы.
 5. Высокие анодные напряжения.
33. Какой из указанных элементов является характерным для черно- белого и цветного кинескопа с теневой маской?
 1. Магнит чистоты цвета.
 2. Магниты сходимости.
 3. Магнит коррекции синего.
 4. Магнитная отклоняющая система.
34. Какой из указанных элементов присутствует в иконоскопе?
 1. Фотокатод.
 2. Фокусирующая катушка.
 3. Сигнальная пластина.
35. В чем преимущество ортикона над иконоскопом?
 1. Принцип накопления используется в ортиконе на сто процентов.
 2. Характеристика сигнал-свет в ортиконе линейна.
 3. Ортикон может работать при высоких уровнях освещенности.
36. В чем преимущество иконоскопа над ортиконом?
 1. Иконоскоп автоматически воспроизводит уровень черного.
 2. Иконоскоп имеет большую разрешающую способность.
 3. Иконоскоп имеет большую чувствительность.
 4. Иконоскоп может работать при высоких уровнях освещенности.
37. Какой из указанных процессов отсутствует в ортиконе?
 1. Вторичная эмиссия.
 2. Вторично-электронное умножение.
 3. Фотоэмиссия.
38. Какой из указанных факторов не влияет на коэффициент преобразования лучистого потока.
 1. Чувствительность фотокатода.
 2. Сила тока.
 3. Световая отдача экрана.
 4. Ускоряющее напряжение.
 5. Площадь фотокатода.
39. Какой из указанных факторов не влияет на коэффициент преобразования лучистого потока?
 1. Чувствительность фотокатода.

2. Эффективность экрана.
3. Ускоряющее напряжение.
4. Площадь фотокатода.

40. Какие конструктивные особенности имеет рентгеновский усилитель света по сравнению с обычным усилителем света?

1. Между камерами имеется стекло –волоконная перегородка.
2. Вводимый фотокатод имеет большой диаметр.
3. Рентгеновские усилители бывают двух и более камерными.

41. Какие преимущества имеет усилитель света, основанный на явлении вторичной электронной эмиссии на прострел?

1. Большой коэффициент усиления.
2. Большую разрешающую способность.
3. Отсутствие геометрических aberrаций.
4. Отсутствие хроматической aberrации.

42. Какой из указанных ниже факторов не оказывает влияние на разрешающую способность электронного микроскопа?

1. Сферическая aberrация электронных линз.
2. Дифракция электронов.
3. Хроматическая aberrация электронных линз.

43. Что общего у светового и электронного микроскопа просвечивающего типа?

1. Механизм образования изображения в обоих случаях аналогичен.
3. Наличие линз.
4. Наличие осветительного устройства.

44. В чем преимущество электростатического электронного микроскопа над магнитным?

1. Высокое ускоряющее напряжение.
2. Большое увеличение.
3. Упрощенная схема питания.

(Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся примерные тестовые задания, контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.)

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

Весомость текущего и промежуточного контроля – 50% (коэффициент 0,5)
и итогового контроля по дисциплине – 50% (коэффициент 0,5):

Лекции - Текущий и промежуточный контроль включает:

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на лекциях __ 15 __ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __ 60 __ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __ 15 __ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий 10 бал.
- активное участие на практических занятиях 15 бал.
- выполнение домашних работ 15 бал.
- выполнение самостоятельных работ 20 бал.
- выполнение контрольных работ 40 бал.

Физический практикум - Текущий контроль включает:

(от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий и наличие конспекта 15 бал.
- получение допуска к выполнению работы 20 бал.
- выполнение работы и отчета к ней 25 бал.
- защита лабораторной работы 40 бал.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная:

1. А.Г.Шерстнев «Электронная оптика». М. Энергия 1971г.
2. В. Глазер «Основы электронной оптики» М. Техн.-теор. Лит. 1957г.
3. А.А. Жигарев, Г.Г. Шамаева «электронно-лучевые и фотоэлектронные трубки». М. 1982г.
4. Н.С. Зинченко «курс лекций по электронной оптике». Изд. Харьковского университета. 1961г.
5. А.А. Жигарев «Электронная оптика и электронно-лучевые приборы» М. изд. ВШ. 1972г.

Дополнительная:

1. М.В. Кельман, С.Я. Явор «Электронная оптика» Изд. АНСССР 1963г.
2. В. Косслет «Введение в электронную оптику» Изд. Ин. Лит. 1952г.
3. А.М. Юнусов «Электронная оптика» (Метод. указания к курсу лекций). Махачкала 1987г.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Методические указания студентам.

1. Методические указания к курсу лекций по электронной оптике. ДГУ.1998г.

2. Методические указания к проведению практических занятий по электронной оптике. ДГУ. 1998г.

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;

- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;

Методические рекомендации для преподавателя.

1. Внедрение новых информационных технологий в учебный процесс.
2. Пакет заданий для самостоятельной работы со сроками их выполнения и сдачи.
3. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:
 - изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
 - логичность, четкость и ясность в изложении материала;
 - возможность проблемного изложения с целью активизации деятельности студентов;
 - тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

4. Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. При подготовке классического семинара желательно придерживаться следующего алгоритма:

а) разработка учебно-методического материала:

- формулировка темы, соответствующей программе и Госстандарту;
- определение дидактических, воспитывающих и формирующих целей занятия;
- выбор методов, приемов и средств для проведения семинара;
- подбор литературы для преподавателя и студентов;
- при необходимости проведение консультаций для студентов;

б) подготовка обучаемых и преподавателя:

- составление плана семинара из 3-4 вопросов;
- предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к семинару;
- предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);
- создание набора наглядных пособий.

В конце семинара рекомендуется дать оценку всего семинарского занятия, обратив особое внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;

-задачи и пути устранения недостатков.

После проведения первого семинарского курса, начинающему преподавателю целесообразно осуществить общий анализ проделанной работы, извлекая при этом полезные уроки.

5. При изложении материала помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй – на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

6. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

1. Международная база данных Scopus по разделу физика столкновений и элементарные процессы <http://www.scopus.com/home.url>
2. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier по тематике элементарные процессы <http://www.sciencedirect.com/>
3. Ресурсы Российской электронной библиотеки www.elibrary.ru, включая научные обзоры журнала Успехи физических наук www.ufn.ru
4. Региональный ресурсный Центр образовательных ресурсов <http://rrc.dgu.ru/>
5. Электронные ресурсы Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков использования аппаратуры для проверки физических законов обеспечивается лабораториями физического практикума – 10 лаб. (механики, молекулярной физики, электричество и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики).
2. При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.
3. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.
4. Электронно-лучевые трубки: передающие телевизионные трубки, кинескопы, электронно-оптические преобразователи.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению 210100.68 Электроника и nano-электроника.

Автор: доц. Юнусов А.М.
Рецензент: Доц. Гасанова Р.Н.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и одобрена на заседании Ученого совета
Протокол № от 2015 года.