

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Специальные разделы оптики и ее приложения к решению задач
электроники и материаловедения

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
11.04.04 - Электроника и нанoeлектроника

Направленность образовательной программы
Новые полупроводниковые технологии

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Специальные разделы оптики и ее приложения к решению задач электроники и материаловедения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1: Знает методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-2.2: Способен совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники ПК-2.3: Имеет навыки использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники	ПК-2.1: Знать 31: Физические принципы и методы исследования магнитооптических эффектов Фарадея, Керра и магнитного циркулярного дихроизма. ПК-2.2: Уметь У1: Уметь использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния и оптических технологий для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач. ПК-2.3: Владеть В1: Владеть опытом использования современных методов исследования магнитооптических свойств полупроводниковых и металлических структур оптоэлектроники.	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-4: Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в	ПК-4.1: Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также	ПК-4.1: Знать 31: методы анализа и оценки современных научных	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	смежных областей науки и техники ПК-4.2: Способен рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники ПК-4.3: Имеет навыки обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники	достижений, а также методы генерирования новой физической информации при решении исследовательских и практических задач в области физики квантовых и оптических технологий. ПК-4.2: Уметь У1: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач в области физики конденсированного состояния и оптических технологий и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. ПК-4.3: Владеть В1: опытом использования основных теоретических и экспериментальных методов изучения оптических и магнитооптических свойств полупроводниковых и металлических слоев		
ПК-5: Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий	ПК-5.1: Знает методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций ПК-5.2: Умеет методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций ПК-5.3: Имеет навыки анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	ПК-5.1: Знать З1: способы критического анализа и систематизации научной информации при решении исследовательских задач в области физики оптических и магнитооптических эффектов полупроводниковых и металлических слоев. ПК-5.2: Уметь У1: осуществлять поиск, критический анализ, обобщать и систематизировать научную информацию в области физики оптических и магнитооптических	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

		эффектов полупроводниковых и металлических слоев. ПК-5.3: Владеть В1: инструментами для обработки и представления полученных экспериментальных данных.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	60
- КСР	2
самостоятельная работа	46
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Создание и измерение поляризованного света	53		30	30	23
Магнитооптические методы исследований	53		30	30	23
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	0	60	62	46

Содержание разделов и тем дисциплины

Целью освоения дисциплины «Специальные разделы оптики и ее приложения к решению задач электроники и материаловедения» является формирование у студентов знаний в области методов создания и измерения поляризованного, а также исследования магнитооптических эффектов (эффект Фарадея, поперечный эффект Керра, магнитный циркулярный дихроизм (МЦД)) в полупроводниковых и тонких металлических слоях.

Основные задачи:

- изучить способы создания и измерения поляризованного света;
- научить использованию лабораторного оборудования для измерения магнитооптических эффектов;
- научить анализировать полученные в результате выполнения эксперимента данные, сравнивать их с литературными данными и сопоставлять с другими методами исследований (измерение эффекта Холла, намагниченности и др.);
- научить обрабатывать полученные экспериментальные результаты и представлять их в виде графиков для дальнейшего использования при подготовке научных отчетов, публикаций, презентаций.

Создание и измерение поляризованного света. Лабораторные работы: «Преобразование поляризации света», «Циркулярно-поляризованное некогерентное излучение»

Магнитооптические методы исследований. Лабораторные работы: «Эффект Керра», «Эффект Фарадея», «Магнито-круговой дихроизм»

Практические занятия (лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает выполнение цикла лабораторных работ, в которых студенты, предварительно изучив предоставленную литературу на, соответствующую тематике дисциплины, обсуждают с преподавателем предложенную им задачу, при этом преподаватель проверяет в форме группового собеседования теоретические знания студентов (степень их подготовки), и принимает решение о допуске к выполнению практической части или необходимости дальнейшей дополнительной подготовке студентов.

В ходе собеседования преподаватель может задавать вопросы для проверки знаний студентов и высказывать конструктивные критические замечания к озвученным ответам, просить студентов уделить особое внимание какому-нибудь аспекту рассматриваемого устройства, или дополнительно ознакомиться/повторить содержательную часть предоставленных материалов.

В случае принятия решения о допуске к выполнению практической части работы, преподаватель в обязательном порядке знакомит студентов с правилами и техникой безопасности при работе, как с электрооборудованием, так и при работе с лазерными излучающими устройствами.

Самостоятельная работа студентов связана с применением компьютерных и информационно-коммуникационных технологий, а также современного исследовательского аналитического и технологического оборудования.

На проведение практических занятий (лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 60 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

Выполнение научно-исследовательских задач профессиональной деятельности: Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств

решения задачи. Подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары. Фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности. Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей. Использование физических эффектов при разработке новых методов исследований и изготовлении макетов измерительных систем.

Выполнение проектно-конструкторских задач профессиональной деятельности: Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников. Определение цели, постановка задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовка технических заданий на выполнение проектных работ. Проектирование устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований. Разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

- компетенций:

- ПК-2. Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.
- ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач.
- ПК-5. Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 60 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студентов включает активное изучение учебно-методического материала, основной и вспомогательной учебной литературы, перечень которой приведен в п.6 настоящей рабочей программы дисциплины.

Основной целью самостоятельной работы является подготовка к выполнению лабораторных работ и анализ результатов, полученных в ходе выполнения лабораторных работ.

Для проведения самостоятельной работы обучающимся предоставляются доступ к компьютерной технике и доступ к исследовательскому оборудованию (после сдачи допуска для работы с ним), перечень которого приведен в п.7 настоящей рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

При проверке отчета по лабораторной работе преподавателем оценивается:

- степень понимания целей работы, в том числе – умение соотнести цели и задачи работы (проекта) с более общими целями и задачами своей научно-исследовательской работы;
- степень достижения поставленных целей (соответствие объема выполненной работы минимальным требованиям, установленным в учебном или учебно-методическом пособии);
- качество и достоверность полученных экспериментальных результатов;

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

При проверке отчета по лабораторной работе преподавателем оценивается:

- степень владения исследовательским оборудованием, а также специализированным программным обеспечением;
- обоснованность полученных выводов (качество анализа полученных экспериментальных результатов, включая сопоставление полученных результатов с литературными данными, а также данными, полученными другими исследователями);

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

При проверке отчета по лабораторной работе преподавателем оценивается:

- умение объяснить полученные результаты с использованием базовых и дополнительных источников, а также знаний, полученных при изучении профильных дисциплин;
- умение представить полученные результаты (оформить отчет в соответствии с требованиями, изложенными в учебном или учебно-методическом пособии).

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	предполагает удовлетворительный уровень знаний, умений и владений (навыков), изложенных в программе курса
не зачтено	предполагает неудовлетворительный уровень знаний, умений и владений (навыков), изложенных в программе курса;

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продemonстрированы навыки при решении нестандарт	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартны

	вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	стандартны х задач с некоторым и недочетами	х задач с некоторым и недочетами	х задач без ошибок и недочетов	ных задач без ошибок и недочетов	х задач
--	--	---------------------	---	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Что такое поляризованный свет? Какие виды поляризованного света существуют? Определите, какое излучение называется линейно поляризованным?
2. Определите, какое излучение называется (право- и лево-) циркулярно-поляризованным? Какие существуют способы получения поляризованного света?
3. Объясните процессы взаимодействия излучения с полупроводниковыми и металлическими слоями: отражение, пропускание и поглощение.
4. Приведите и объясните основные выражения, характеризующие оптические свойства полупроводника: коэффициент отражения, коэффициент поглощения, показатель преломления и диэлектрическую функцию при почти нормальном падении излучения. Какими выражениями можно охарактеризовать взаимодействие излучения с металлическим слоем?

5. Расскажите, как влияют магнитные свойства полупроводниковых и металлических слоев на появление и условия наблюдения магнитооптических эффектов.
6. Объясните механизм появления магнитооптического эффекта Фарадея в полупроводниковых и тонких металлических слоях?
7. Объясните механизм появления магнитного циркулярного дихроизма в полупроводниковых и тонких металлических слоях?
8. Объясните механизм появления магнитооптического эффект Керра и, в частности, поперечного эффекта Керра, при отражении излучения от ферромагнитного (полупроводникового или металлического слоя)?
9. Зависят ли величины магнитооптических эффектов от длины волны, угла падения излучения и поляризации падающего излучения?
10. Расскажите о методиках измерения магнитооптических эффектов (поперечный эффект Керра, эффект Фарадея, магнитный циркулярный дихроизм).
11. Назовите основные элементы измерительных установок.
12. Опишите способ определения угла вращения Фарадея в зависимости от магнитного поля.
13. Опишите способ определения величины поперечного эффекта Керра в зависимости от магнитного поля.
14. Опишите, как Вы будете определять корректность полученных экспериментальных данных.
15. Сформулируйте закон Брюстера?
16. Что такое когерентное излучение? Чем оно отличается от некогерентного?
17. Что такое волновые пластины? Для чего используют четвертьволновую и полуволновую пластины?

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. В чём отличие поляризатора и анализатора излучения?
2. Опишите последовательность выполнения лабораторной работы с использованием выбранных методик и изучаемого материала.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Расскажите, как Вы будете обрабатывать и представлять полученные экспериментальные результаты.
2. Опишите, как Вы будете использовать результаты полученные другими авторами и данные из литературных источников для анализа полученных Вами экспериментальных данных.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [для физ. специальностей вузов]. [Т. 4]. Оптика. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1985. - 751 с. : ил. - 2.00., 22 экз.
2. Матвеев Алексей Николаевич. Оптика : учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М. : Высшая школа, 1985. - 351 с. : ил. - 1.40., 68 экз.
3. Звездин Анатолий Константинович. Магнитооптика тонких пленок. - М. : Наука, 1988. - 190 с. : ил. - (ПНТП: Проблемы науки и технического прогресса). - 1.90., 2 экз.
4. Кринчик Георгий Сергеевич. Физика магнитных явлений : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - 2-е изд., доп. - М. : Изд-во МГУ, 1985. - 336 с. : ил. - 0.95., 3 экз.
5. Физика твердого тела : лаб. практикум : учеб. пособие для вузов : в 2 т. Т. 2. Физические свойства твердых тел / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского ; под

- ред. А. Ф. Хохлова. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2001. - 484 с. - ISBN 5-06-004022-4 (т. 2). - ISBN 5-06-004023-2 : 37.80., 37 экз.
6. Уханов Юлий Иванович. Оптические свойства полупроводников / под ред. В. М. Тучкевича. - М. : Наука, 1977. - 366 с. : ил. - (Физика полупроводников и полупроводниковых приборов). - 1.43., 3 экз.
7. Нагаев Эдуард Леонович. Физика магнитных полупроводников. - М. : Наука, 1979. - 431 с. : ил. - 2.60., 2 экз.
8. Данилов Ю. А. Основы спинтроники : учебное пособие / Данилов Ю. А., Демидов Е. С., Ежевский А. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2009. - 173 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Физика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730304&idb=0>.
9. Шалимова Клавдия Васильевна. Физика полупроводников : учебник. - Изд. 4-е, стер. - СПб. ; М. : Краснодар : Лань, 2010. - 400 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0922-8 : 703.56., 39 экз.

Дополнительная литература:

1. Ландсберг Григорий Самуилович. Оптика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей вузов. - 6-е изд., стер. - М. : Физматлит, 2003. - 848 с., 23 таб., 511 ил. - ISBN 5-9221-0314-8 : 317.00., 3 экз.
2. Борн М. Основы оптики / пер. с англ.: С. Н. Бреуса [и др.] ; под ред. Г. П. Мотулевич. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1970. - 855 с. - 85.00., 18 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://www.lib.unn.ru/> - сайт Фундаментальной библиотеки ННГУ.
2. <http://www.unn.ru/books/> - фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ.
3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - российская научная электронная библиотека «Elibrary», публикующая статьи, тематика которых совпадает с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.
4. <http://znanium.com> – сайт электронно-библиотечной системы «Znanium.com», содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебно-лабораторные интерактивные комплексы «Схемотехника радиофотоники» (рук. Бобров А.И., г. Н. Новгород, пр-кт Гагарина, д.23 корп.3, ауд. 121, ауд.226, ауд. 228, ауд. 339, ауд.534) и «Технологии интегральных схем» (рук. Дорохин М.В., г. Н. Новгород, пр-кт Гагарина, д.23 корп.3, ауд.412а, ауд.437) для проведения занятий со студентами с использованием современного технологического оборудования, современных условий производства (чистых зон), современных методов измерений характеристик изделий микроэлектроники, предусмотренных программой, оснащенный - чистой зоной (ISO-7) для обеспечения технологического процесса и ознакомления студентов с правилами работы в чистых помещениях; - высокотехнологичным оборудованием:

- фемтосекундный лазер FX200 – для исследования динамических эффектов в элементах оптоэлектроники, развития методической базы и привлечения студентов к современным методам измерений характеристик оптоэлектронных компонент;
- пикосекундный лазер PX110 – для исследования динамических эффектов в элементах оптоэлектроники, элемент технологического цикла оптоэлектроники, разработка новой технологической линейки с использованием методов лазерного отжига, обучение студентов современным технологическим процессам;
- установка микросварки RM-BW – технологический компонент для присоединения контактов к полупроводниковым компонентам, обучение студентов практическим навыкам работы на автоматизированном монтажном оборудовании.

Для выполнения лабораторных работ со стороны НИФТИ ННГУ предоставляется доступ к современному исследовательскому и технологическому оборудованию, необходимому для проведения практических занятий, в том числе:

- универсальная установка для гальваномагнитных и оптических исследований на базе криостата Janis CCS-300S/202;
- установка для измерения магнитооптических эффектов Керра и Фарадея.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 11.04.04 - Электроника и наноэлектроника.

Автор(ы): Вихрова Ольга Викторовна, кандидат физико-математических наук
Калентьева Ирина Леонидовна, кандидат физико-математических наук
Дорохин Михаил Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Нохрин Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.