

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**

Элементная база оптоэлектроники

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

11.04.04 - Электроника и наноэлектроника

---

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.04.01 Элементная база оптоэлектроники 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: Знает основные физические принципы поляризации излучения  ПК-2.2: Умеет использовать специализированные знания в области измерения поляризационных характеристик и смежных дисциплин для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач.  ПК-2.3: Владеет навыками измерения поляризационных характеристик световых излучающих устройств.	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-4: Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и	ПК-4.1: Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники ПК-4.2: Способен рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники	ПК-4.1: Знает теоретические основы методов научных исследований, необходимые для успешного выполнения практических и лабораторных работ  ПК-4.2: Умеет анализировать и обосновывать выбор	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-4.3: Имеет навыки обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники	оптимального решения поставленных исследовательских задач  ПК-4.3: Владеет навыками постановки сложных экспериментальных исследований		
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: Знает требования к документам, предъявляемым в качестве отчетных за выполненные лабораторные работы  ПК-5.2: Умеет интерпретировать полученные результаты экспериментальных исследований с использованием методов анализа экспериментальных данных и методов элементарной обработки результатов эксперимента  ПК-5.3: Владеет опытом анализа полученных экспериментальных результатов и их интерпретации с учетом профессиональных знаний в области теории и методов физических исследований	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-6: Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение работ проектных работ	ПК-6.1: Знает алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения ПК-6.2: Умеет определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения ПК-6.3: Имеет навыки проектирования	ПК-6.1: Знает физические принципы функционирования элементов и приборов для оптического эксперимента  ПК-6.2: Умеет использовать специализированные знания в области оптики и смежных дисциплин для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач.	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

	электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовки технического задания на выполнение проектных работ	ПК-6.3: Владеет навыками постановки оптических экспериментов		
ПК-7: Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-7.1: Знает алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием ПК-7.2: Умеет использовать средства автоматизации проектирования ПК-7.3: Имеет навыки выполнения расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	ПК-7.1: Знает основные физические принципы расчёта оптоэлектронных схем  ПК-7.2: Умеет использовать специализированные знания в области оптоэлектроники и смежных областях для проектирования различных схем и устройств функционального назначения  ПК-7.3: Владеет навыками построения оптоэлектронных схем из различных оптических и электронных элементов	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>58</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен</b>

#### 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/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Физико-химические основы технологии материалов оптоэлектроники	7	3		3	4
Тема 2. Источники и приёмники излучения для оптоэлектроники	11	5		5	6
Тема 3. Оптроны и оптоэлектронные микросхемы	8	4		4	4
Тема 4. Интегральная и волоконная оптика	8	4		4	4
Построение оптического эксперимента.	72		32	32	40
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	16	32	50	58

### Содержание разделов и тем дисциплины

Построение оптического эксперимента. Лабораторные работы: «Элементы оптических линий», «Приборы для оптического эксперимента (лазеры, фотоприёмники, спектрометры, монохроматоры, визуализаторы)», «Измерение поляризации света».

Практические занятия (лабораторные работы) организуются 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 в том числе, предназначенных для работы в ИК диапазоне.

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 32 часа.

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 наноэлектроники различного функционального назначения;
- ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в 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;
- 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-6. Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;
- ПК-7. Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

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 - 32 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 и учебной литературы, перечень которой приведен в п.6 настоящей рабочей программы дисциплины.

Основной целью самостоятельной работы является разбор лекционного материала, 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);

#### **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:

- качество и достоверность полученных экспериментальных результатов;

#### **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:

- степень владения исследовательским оборудованием, а также специализированным программным обеспечением;

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-6:

При проверке отчета по лабораторной работе преподавателем оценивается:

- обоснованность полученных выводов (качество анализа полученных экспериментальных результатов, включая сопоставление полученных результатов с литературными данными, а также данными, полученными другими исследователями);

#### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-7:

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 (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического	Уровень знаний ниже минимальных	Минимально допустимы	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,	Уровень знаний в объеме,



	материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	требований. Имели место грубые ошибки	й уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	соответству ющем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	соответству ющем программе подготовки . Допущено несколько несуществе нных ошибок	соответств ующем программе подготовк и. Ошибок нет.	превышающе м 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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами .	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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 вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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»

<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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. Дайте определения понятиям: линза, тонкая линза, главная оптическая ось линзы, оптический центр линзы, главный фокус линзы.
2. Расскажите о назначении оптических элементов: зеркало, светоделитель, ослабитель, поляризатор.
3. Дайте определения фотоприёмника. Какие бывают виды фотоприёмников.
4. Дайте определения монохроматора, опишите его устройство
5. Дайте определение циркулярно-поляризованному излучению. Расскажите, какие бывают способы создания циркулярно-поляризованного излучения.

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

1. Назовите основные элементы для построения оптических линий.
2. Назовите основные приборы для проведения оптического эксперимента.
3. Назовите основные компоненты волоконно-оптической линии связи.
4. Расскажите об основных технологических методах создания полупроводниковых гетероструктур для оптоэлектроники.
5. Опишите, какие технологические процессы используются для создания приборов оптоэлектроники.

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

1. Опишите поведение световой волны на границе двух сред.
2. Дайте определение поляризация электромагнитной волны. Расскажите, какие существуют виды поляризации электромагнитных волн.

3. Дайте определение полуволновой и четвертьволновой пластинам. Расскажите, для чего они используются.

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-6**

1. Приведите различные классификации линз.
2. Дайте определение просветляющим покрытиям. Расскажите, для чего их используют.
3. Расскажите, какие бывают типы лазеров по: веществу активной среды; по форме выходного сигнала; по длине волны излучения.
4. Опишите схему и основные элементы оптрона. Расскажите, какие бывают типы оптронов.

#### **5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-7**

1. Дайте определения лазера. Опишите принцип действия лазера и его устройство.
2. Дайте определение спиновым светоизлучающим диодам. Опишите его основные элементы и принцип действия.
3. Расскажите, какие бывают типы оптических плоских волноводов, характеристики и способы их изготовления.

#### **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

Оценка	Критерии оценивания
	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. Аплеснин С. С. Основы спинтроники / Аплеснин С. С. - 2-е изд. испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 288 с. - Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 010700.68 — «Физика». - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-1060-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799675&idb=0>.
2. Щука Александр Александрович. Нанoeлектроника : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Прикладные математика и физика" / под общ. ред. Ю. В. Гуляева. - М. : Физматкнига, 2007. - 464 с. - (Электроника / МФТИ). - ISBN 978-5-89155-163-3 : 203.20., 12 экз.
3. Оптическая ориентация / под ред. Б. П. Захарчени, Ф. Майера ; гл. ред. В. М. Агранович, А. А. Марадудин ; [АН СССР, Физ.-техн. ин-т им. А. Ф. Иоффе] . - Л. : Наука, Ленингр. отд-ние, 1989. - 408 с. : ил. - (Современные проблемы науки о конденсированных средах). - 6.50., 2 экз.
4. Шуберт Фред Е. Светодиоды = Light - emitting Diodes : [монография] / пер. с англ. под ред. А. Э. Юновича. - 2-е изд. - М. : Физматлит, 2008. - 496 с. - Предм. указ.: с. 488 - 495. - ISBN 978-5-9221-0851-5 : 150.00., 1 экз.
5. Носов Юрий Романович. Оптоэлектроника. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1989. - 359, [1] с. : ил. - ISBN 5-256-00246-5 : 1.70., 3 экз.
6. Верещагин Игорь Константинович. Введение в оптоэлектронику. - М. : Высшая школа, 1991. - 191 с. : ил. - (Библиотека будущего инженера. Физика и научно-технический прогресс). - ISBN 5-06-002064-9 : 1.10., 1 экз.
7. Пихтин Александр Николаевич. Оптическая и квантовая электроника : учеб. для студентов вузов. - М. : Высшая школа, 2001. - 573 с. : ил. - ISBN 5-06-002703-1 : 103.95., 2 экз.
8. Янг Матт. Оптика и лазеры, включая волоконную оптику и оптические волноводы = Optics and Lasers, Including Fibers and Optical Waveguides / пер. с англ. Н. А. Липуновой, О. К. Нания, В. В. Стратонович ; под ред. В. В. Михайлина. - М. : Мир, 2005. - 541 с. : ил. - ISBN 5-03-003457-9 (русск.) : 55.00., 2 экз.

## Дополнительная литература:

1. 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.
2. 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.
3. Матвеев Алексей Николаевич. Оптика : учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М. : Высшая школа, 1985. - 351 с. : ил. - 1.40., 68 экз.
4. Ландсберг Григорий Самуилович. Оптика : [для физ. специальностей вузов]. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1976. - 926 с. : ил. - (Общий курс физики). - 2.24., 149 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:

- оптический стол с набором оптических элементов;
- универсальная установка для гальваномагнитных и оптических исследований на базе криостата Janis CCS-300S/202.

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 нанoeлектроника.

Автор(ы): Ведь Михаил Владиславович, 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.