

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Приборы и устройства радиофотоники и оптоэлектроники

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника

Направленность образовательной программы

Радиофотоника и оптоэлектроника

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2021 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.18 Приборы и устройства радиофотоники и 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 строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования, проектирования и конструирования	<p>ПК-2.1: Знает физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок радиофотоники и оптоэлектроники</p> <p>ПК-2.2: Умеет использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования, проектирования и конструирования элементов радиофотоники и оптоэлектроники</p> <p>ПК-2.3: Владеет навыками построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок радиофотоники и оптоэлектроники</p> <p>Уметь проводить исследования характеристик приборов, схем, устройств и установок оптоэлектроники, наноэлектроники и радиофотоники различного функционального назначения</p> <p>Владеть навыками компьютерной обработки данных результатов экспериментов и наблюдений</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать основы использования стандартных программных средств компьютерного моделирования, проектирования и конструирования элементов радиофотоники и оптоэлектроники</p> <p>Уметь использовать стандартные программные средства компьютерного моделирования, проектирования и конструирования элементов радиофотоники и оптоэлектроники</p> <p>Владеть навыками</p>	Допуск к лабораторной работе Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>использования стандартных программных средств компьютерного моделирования, проектирования и конструирования элементов радиофотоники и оптоэлектроники</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>Знать основы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> <p>Уметь анализировать построенные физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> <p>Владеть навыками построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>		
<p>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</p>	<p>ПК-7.1: Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков оптоэлектронных приборов с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p>ПК-7.2: Умеет проводить оценочные расчеты характеристик оптоэлектронных приборов с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p>ПК-7.3: Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных оптоэлектронных схем с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-7.1:</p> <p>Знать принципы конструирования отдельных аналоговых блоков оптоэлектронных приборов</p> <p>Уметь конструировать отдельные аналоговые блоки оптоэлектронных приборов</p> <p>Владеть навыками конструирования отдельных аналоговых блоков оптоэлектронных приборов с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p>ПК-7.2:</p> <p>Знать принципы расчётов характеристик оптоэлектронных приборов</p> <p>Уметь проводить оценочные</p>	<p>Проектная работа</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>расчёты характеристик оптоэлектронных приборов и сопоставлять их с литературными данными</p> <p>Владеть навыками оценки характеристик оптоэлектронных приборов с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p>ПК-7.3:</p> <p>Знать основы подготовки принципиальных и монтажных оптоэлектронных схем</p> <p>Уметь подготавливать принципиальные и монтажные оптоэлектронные схемы</p> <p>Владеть навыками моделирования с использованием средств автоматизации проектирования.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	26
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	26
- КСР	2
самостоятельная работа	18
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 и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во	Самостоятельная

		взаимодействи с преподавателем), часы из них			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
Введение	5	2	2	4	1
Виды и классификация приборов и устройств радиовотоники и оптоэлектроники	6	2	2	4	2
Светодиоды, светодиодные матрицы и линейки	5	2	2	4	1
Фотоприемники и фотоприемные устройства	5	2	2	4	1
Физические принципы и основные элементы для модуляции оптического излучения	5	2	2	4	1
Планарные оптоэлектронные системы	6	2	2	4	2
Физические и математические основы оптической обработки информации	5	2	2	4	1
Структура когерентных аналоговых оптических процессоров	6	2	2	4	2
Оптические устройства хранения информации	5	2	2	4	1
Нанооптика	5	2	2	4	1
Конструкции, параметры, моделирование оптоэлектронных приборов и устройств	6	2	2	4	2
Методы расчета и проектирования	6	2	2	4	2
Перспективы и основные направления развития оптоэлектроники и нанофотоники	5	2	2	4	1
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	26	26	54	18

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа включает в себя теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы, подготовку к лабораторным работам, обработку полученных на лабораторных занятиях результатов, оформление отчетов.

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 - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Описать принцип действия планарных оптических волноводов.
2. Основные типы планарных оптических волноводов.
3. Виды потерь в планарных оптических волноводов.
4. Основные программные средства для моделирования планарных оптических волноводов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Сданы допуски по лабораторным работам
не зачтено	Не сданы допуски по лабораторным работам

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

Отчет по лабораторной работе должен носить аналитический характер и состоять из двух частей. Первая часть должна отражать краткие теоретические основы, позволившие получить и произвести анализ экспериментальных результатов, необходимые для проведения эксперимента оценки.

Вторая часть содержит описание результатов по экспериментальному получению образца, по измерениям его макроскопических свойств согласно заданию. Приводятся результаты анализа, оценки, обоснования и объяснения возможных отклонений от ожидаемых результатов. Студент так же должен дать рекомендации по улучшению проведения процесса напыления.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Сданы отчёты по лабораторным работам
не зачтено	Не сданы отчёты по лабораторным работам

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Проектная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-7

Выполнить расчет и проектирование электронного прибора, схемы или устройства различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Критерии оценивания (оценочное средство - Проектная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Сдана проектная работа
не зачтено	Не сдана проектная работа

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компет	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

индикатор достижения компетенций)	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	Минимальный 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	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 отдельным 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	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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	обучающийся продемонстрировал выдающийся уровень знаний в самостоятельном изложении всех теоретических положений курса и их обосновании, и смог ответить на дополнительный вопрос или решить дополнительную задачу повышенной трудности
отлично	обучающийся продемонстрировал высокий уровень в самостоятельном изложении всех теоретических положений курса и их обосновании, и смог ответить на дополнительный вопрос или решить дополнительную задачу повышенной трудности
очень хорошо	обучающийся продемонстрировал самостоятельно изложение всех теоретических положений курса и их обоснование, но не смог ответить на дополнительный вопрос или решить дополнительную задачу повышенной трудности
хорошо	обучающийся продемонстрировал связное изложение основных теоретических положений курса и их обоснование, и незначительными наводящими вопросами экзаменатора
удовлетворительно	обучающийся продемонстрировал изложение только формулировок основных теоретических положений курса без их обоснования и с использованием наводящих вопросов от экзаменатора
неудовлетворительно	обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах
плохо	обучающийся не продемонстрировал никаких знаний об основных

Оценка	Критерии оценивания
	теоретических разделах курса

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2 (Способность строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования, проектирования и конструирования)

1. Типы квантовых переходов. Коэффициенты Эйнштейна.
2. Ширина спектральной линии. Однородное уширение линии.
3. Доплеровское уширение спектральной линии.
4. Возможность усиления и генерации в квантовых системах.
5. Явление насыщения перехода. Инверсия населенностей.
6. Структурные схемы квантовых приборов и методы накачки.
7. Накачка вспомогательным излучением в СВЧ диапазоне.
8. Накачка вспомогательным излучением в оптическом диапазоне.
9. Оптические резонаторы. Собственные колебания резонатора.
10. Потери в оптических резонаторах.
11. Условия самовозбуждения лазера.
12. Мощность излучения лазера.
13. Спектр излучения лазера.
14. Когерентность лазерного излучения.
15. Монохроматичность лазерного излучения.
16. Атомарные лазеры (гелий-неоновый).
17. Ионные лазеры.
18. Молекулярные лазеры.
19. Рубиновый лазер.
20. Твердотельные лазеры с модуляцией добротности.
21. Полупроводниковые инжекционные лазеры.
22. Применение лазеров.
23. Параметры приемников когерентного излучения.
24. Определение параметров оптического излучения
25. Определение времени жизни носителей в разных энергетических состояниях
26. Расчет параметров квантовых переходов

27. Расчет ширины спектральных линий
28. Параметры оптического излучения в разных веществах
29. Типы оптических резонаторов в оптоэлектронных устройствах
30. Устойчивость, собственные колебания, методы их селекции

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции 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)

1. Стационарная и нестационарная генерация в лазерах
2. Стабильность параметров лазерного излучения
3. Расчет коэффициента усиления
4. Способы возбуждения активных сред
5. Квантовые усилители и генераторы
6. Твердотельные лазеры и устройства на их основе
7. Газовые лазеры и устройства на их основе
8. Жидкостные лазеры и устройства на их основе
9. Полупроводниковые лазеры и устройства на их основе
10. Мазеры и устройства на их основе
11. Приборы и элементы оптоэлектроники
12. Светодиоды, светодиодные матрицы и линейки
13. Фотоприемники и фотоприемные устройства
14. Физические принципы и основные элементы для модуляции оптического излучения
15. Конструкции, параметры, моделирование приборов и устройств
16. Методы расчета и проектирования квантовых систем
17. Построение квантовых систем
18. Расчет уровня насыщения
19. Определение параметров второй гармоники
20. Параметры гетеролазера
21. Параметры светодиода
22. Расчет преобразующего излучение устройства
23. Расчет регистрирующего устройства
24. Расчет модулятора оптического излучения
25. Расчет оптической системы с дефлектором
26. Расчет линии передачи
27. Принципы обработки оптического сигнала

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

Основная литература:

1. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника / Игнатов А. Н. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 596 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-5149-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=707934&idb=0>.
2. Оптоэлектроника. - М. : Янус-К, 2010-. - (Электроника в техническом университете. Прикладная электроника / под общ. ред. И. Б. Федорова). Оптоэлектроника. Ч. 1 : Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника. - М., 2010. - 700 с. : ил. - ISBN 978-5-8037-0505-5 : 450.00., 1 экз.
3. 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.
4. Пихтин Александр Николаевич. Физические основы квантовой электроники и оптоэлектроники : [учеб. пособие для вузов по специальности "Полупроводники и диэлектрики", "Полупроводниковые и микроэлектрон. приборы"]. - М. : Высшая школа, 1983. - 304 с. : ил. - 0.90., 2 экз.
5. Дубнищев Ю. Н. Теория и преобразование сигналов в оптических системах / Дубнищев Ю. Н. - 4-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 368 с. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ по образованию в области приборостроения и оптоэлектронных технологий для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки 200100 — «Приборостроение», 200200 — «Оптоэлектроника», 200600 — «Фотоника и оптоинформатика» и специальностям 200201 — «Лазерная техника и лазерные технологии», 200203 — «Оптические электронные приборы и системы». - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1156-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799718&idb=0>.
6. Локшин Геннадий Рафаилович. Основы радиооптики. - Долгопрудный : Интеллект, 2009. - 344 с. - (Физтехковский учебник). - ISBN 978-5-91559-020-4 : 549.90., 3 экз.
7. Панов М. Ф. Физические основы фотоники / Панов М. Ф., Соломонов А. В. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 564 с. - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям: «Электроника и микроэлектроника», «Нанотехнологии и микросистемная техника». - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-2319-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800288&idb=0>.
8. Салех Бахаа Е. А. Оптика и фотоника : принципы и применения : [учеб. пособие : в 2 т.]. Т. 1 / пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 760 с. : цв. вклейка. - ISBN 978-5-91559-038-9 : 2217.60., 5 экз.
9. Салех Бахаа Е. А. Оптика и фотоника : принципы и применения : [учеб. пособие : в 2 т.]. Т. 2 / пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 784 с. : цв. вклейка. - ISBN 978-5-91559-135-5 : 2217.60., 5 экз.

Дополнительная литература:

1. Давыдов В. Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие / Давыдов В. Н. - Москва : ТУСУР, 2016. - 139 с. - СибРМУЦ«Для межвузовского использования». - Библиогр.: доступна в

карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=719280&idb=0>.

2. Рыбина Н. В. Физические основы оптоэлектроники. Светодиоды : учебное пособие / Рыбина Н. В., Рыбин Н. Б. - Рязань : РГРТУ, 2017. - 48 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции РГРТУ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=752666&idb=0>.

3. Шапова И. А. Основы оптоэлектроники и лазерной техники : пособие по английскому языку для технических вузов / Шапова И. А. - 2-е изд. - Москва : ФЛИНТА, 2011. - 235 с. - Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию в области лингвистики Министерства образования Российской Федерации в качестве учебного пособия для технических вузов и факультетов. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФЛИНТА - Языкознание и литературоведение. - ISBN 978-5-9765-0040-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=776989&idb=0>.

4. Исмаилов Исроилжан. Оптоэлектронные излучательные приборы на основе фосфида индия и родственных материалов / отв. ред. П. Г. Елисеев ; АН Тадж. ССР, Физ.-техн. ин-т им. С. У. Умарова. - Душанбе : Дониш, 1986. - 206 с. : ил. - 2.10., 1 экз.

5. Бялик А. Д. Физические основы электроники. Транзисторы. Гальваноманетные и термоэлектрические приборы. Оптоэлектронные приборы : учеб. пособие / Бялик А. Д., Каменская А. В. - Новосибирск : НГТУ, 2017. - 92 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции НГТУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-7782-3223-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=720576&idb=0>.

6. Гурин Н. Т. Полупроводниковые и оптоэлектронные приборы и структуры с отрицательным сопротивлением / Гурин Н. Т., Новиков С. Г. - Ульяновск : УлГУ, 2020. - 379 с. - Книга из коллекции УлГУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-88866-808-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=797969&idb=0>.

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

Не используется

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: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: специализированной мебелью, меловыми или магнитно-маркерными досками для представления учебной информации большой аудитории.

Для выполнения лабораторных работ используется современное оборудование:

- Комплекс для исследования параметров оптических волноводов на базе оптического стола и оптомеханических устройств Standa.
- установка для исследования параметров оптических волокон, фотоприёмников и источников излучения на базе монохроматора МДР-204.
- установка для исследования оптических свойств массивных материалов на базе лазера

ЛГН-223-1 и системы поворотных столиков Standa.

- установка для исследования электрооптических характеристик полупроводников на базе монохроматора МДР-204.

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

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 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника.

Автор(ы): Нежданов Алексей Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Павлов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.05.2023, протокол № б/н.