

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Оптика инфракрасного диапазона

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Оптика инфракрасного диапазона 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-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач</p> <p>ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий</p>	<p>ПК-1.1: Знание основных принципов систем инфракрасной оптики и спектральных особенностей функционирования ИК-систем. Умение и навыки использования базовых знаний по инфракрасной оптике в профессиональной деятельности. Владение опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики, в том числе – прикладной инфракрасной оптики, при решении научно-исследовательских задач</p> <p>ПК-1.2: Знание основных принципов систем инфракрасной оптики и спектральных особенностей функционирования ИК-систем. Умение и навыки использования базовых знаний по инфракрасной оптике в профессиональной деятельности. Владение опытом использования фундаментальных разделов физики и радиофизики, в том числе – прикладной инфракрасной оптики, при решении научно-</p>	Задачи	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		исследовательских задач		
<p>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты</p>	<p>ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.</p> <p>Уметь использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.</p> <p>Владеть опытом использования знания современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к оптике инфракрасного диапазона</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.</p> <p>Уметь использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.</p> <p>Владеть опытом использования знания</p>	Задачи	<p>Экзамен:</p> <p>Задачи</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к оптике инфракрасного диапазона</p> <p><b>ПК-2.3:</b>  Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.  Уметь использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики при осуществлении научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.  Владеть опытом использования знания современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к оптике инфракрасного диапазона</p> <p><b>ПК-2.4:</b>  Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.  Уметь использовать знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики при</p>		
--	--	---	--	--

		<p>осуществлении научно-исследовательской деятельности в области оптики инфракрасного диапазона.</p> <p>Владеть опытом использования знания современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, относящейся к оптике инфракрасного диапазона</p>		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
<b>самостоятельная работа</b>	<b>29</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>45</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	
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Тема 1. Введение. Специфика ИК-диапазона.	4	2		2	2

Тема 2. Колебательно-вращательные спектры молекулярных соединений	12	6		6	6
Тема 3. Источники излучения в ИК-диапазоне	12	8		8	4
Тема 4. Системы регистрации излучения в ближнем и среднем ИК-спектре	4	2		2	2
Тема 5. Волоконная оптика среднего ИК-диапазона.	8	4		4	4
Тема 6. Лазерная спектроскопия инфракрасного диапазона	8	4		4	4
Тема 7. Прикладные задачи ИК-оптики	5	2		2	3
Тема 8. Современная элементная база ИК-оптики. Направления дальнейшего развития.	8	4		4	4
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

### Содержание разделов и тем дисциплины

-

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 - 4 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.

-

#### 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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:**

1. В чем заключается основная специфика систем, функционирующих в среднем и дальнем ИК-диапазоне?
2. Дайте характеристику тепловых излучателей, работающих в системах ИК-оптики.
3. Что собой представляет характерная колебательная и вращательная структура энергетических спектров молекулярных соединений?

4. Каковы особенности спектров поглощения газовых сред в атмосфере?
5. Что собой представляет спектр излучения черного тела?
6. Какие типы лазерных источников существуют в ИК-диапазоне?
7. Опишите общие принципы работы квантовых каскадных лазеров среднего ИК-диапазона.
8. Какие материалы используются для активных сред лазеров ИК-диапазона.
9. Объясните принцип работы параметрического генератора света в ИК-области спектра.
10. Приведите классификацию приемников излучения в среднем и дальнем ИК-диапазоне.
11. Многокомпонентные приемники ИК-излучения.
12. Какие полупроводниковые материалы используются в ИК-приемных системах?
13. В чем заключаются особенности передачи оптической информации в среднем ИК-диапазоне?
14. Аппаратура и элементная база для проведения спектральных измерений в ИК-области спектра.
15. Решеточные спектрометры ИК-диапазона.
16. Объясните принцип работы интерференционного спектрометра с Фурье-преобразованием.
17. Флуоресцентный метод спектроскопических исследований.
18. Что собой представляет оптико-акустическая спектроскопия?
19. Обосновать выбор материалов для отражающих и преломляющих элементов видимого диапазона и ИК-оптики
20. Нарисовать качественную зависимость потенциальной энергии двухатомной молекулы от расстояния между атомами для основного и первых двух возбуждённых электронных состояний атомов. Указать на ней колебательные уровни, характерные масштабы по энергии ( в см<sup>-1</sup>) и расстоянию и область, где колебательный спектр можно считать эквидистантным.

#### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2:**

1. Нарисовать и обосновать характер равновесной заселённости колебательных и вращательных уровней энергии двухатомной молекулы при  $T \sim 10^3 \text{ K}$ . Что изменится для многоатомной молекулы?
2. Найти положение максимума заселённости вращательного спектра двухатомной молекулы.
3. Получить выражение для заселённости колебательных уровней энергии молекулы.
4. Перечислить факторы, препятствующие созданию эффективных полупроводниковых лазеров и фотоприемников в среднем ИК-диапазоне.

5. Почему в лазерах, работающих на молекулярных переходах, используют полированные металлические зеркала, а в лазерах, работающих на электронных переходах, – диэлектрические?
6. Почему одним из компонентов для инжекционных длинноволновых лазерных диодов обычно является свинец? Излучение какого диапазона можно получить в подобных материалах?
7. Принцип действия каскадных лазеров и их частотный диапазон
8. Отличается ли ширина квантовых ям во внутризонных каскадных лазерах? По схеме какого типа (3,4-уровневой) они работают? Какое условие на расстояние между лазерными уровнями необходимо выполнить для эффективной работы лазера?
9. Характерные особенности работы фотодиода в фотогальваническом и фотодиодном режимах.
10. Перечислить и обосновать выбор материалов для изготовления волоконных световодов для среднего ИК-диапазона.
11. В каком диапазоне – 0,6 мкм, 1,3 мкм или 10 мкм легче обеспечить прием сигнала в оптических каналах связи (чувствительность, шумы, эффективность)?
12. Почему сложно реализовать полупроводниковые лазеры в диапазонах  $\lambda < 0,4$  мкм и  $\lambda > 4$  мкм?
13. Проанализируйте преимущества и недостатки возможных источников оптического излучения при использовании их в спектроскопии ИК-диапазона.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 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 отдельным и 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 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
--------	--------------------

<b>зачтено</b>	<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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Квантово-механические основы расчета молекулярных спектров.
2. Колебательная и вращательная структура энергетических спектров молекулярных соединений. Особенности спектров поглощения газовых сред в атмосфере
3. Спектры излучения термодинамически равновесных источников.
4. Лазерные источники ИК-излучения.
5. Полупроводниковые лазеры ближнего ИК-диапазона на основе межзонных переходов.
6. Квантовые каскадные лазеры среднего ИК-диапазона.
7. Параметрические генераторы света в ИК-области спектра.
8. Приемники излучения на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта – физические основы и принцип работы.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Полупроводниковые материалы, используемые в ИК-приемных системах.

2. Тепловые приемники ИК-излучения (термоэлементы, пироэлектрические системы, оптико-акустические преобразователи).
3. Особенности передачи оптической информации в среднем ИК-диапазоне.
4. Современные типы волоконных световодов ИК-диапазона и их характеристики.
5. Физические процессы релаксации возбужденных атомов, молекул среды.
6. Аппаратура и элементная база для проведения спектральных измерений в ИК-области спектра.
7. Решеточные спектрометры ИК-диапазона.
8. Интерференционная спектроскопия с Фурье-преобразованием.
9. Флуоресцентный метод спектроскопических исследований.
10. Оптико-акустическая спектроскопия.
11. Мониторинг атмосферы и промышленных отходов методами ИК-оптики.
12. Применение инфракрасной спектроскопии в медицине и фармакологии.
13. Инфракрасные спектры в исследовании углеводов. Промышленные инфракрасные проточные анализаторы

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)**

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

Оценка	Критерии оценивания
	«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»

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1**

1. Лазерные источники ИК-излучения.
2. Полупроводниковые лазеры ближнего ИК-диапазона на основе межзонных переходов.
3. Квантовые каскадные лазеры среднего ИК-диапазона.
4. Параметрические генераторы света в ИК-области спектра.
5. Приемники излучения на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта – физические основы и принцип работы.
6. Полупроводниковые материалы, используемые в ИК-приемных системах.
7. Особенности передачи оптической информации в среднем ИК-диапазоне.
8. Современные типы волоконных световодов ИК-диапазона и их характеристики.
9. Аппаратура и элементная база для проведения спектральных измерений в ИК-области спектра.
10. Решеточные спектрометры ИК-диапазона.
11. Интерференционная спектроскопия с Фурье-преобразованием.
12. Флуоресцентный метод спектроскопических исследований.
13. Оптико-акустическая спектроскопия.
14. Мониторинг атмосферы и промышленных отходов методами ИК-оптики.
15. Применение инфракрасной спектроскопии в медицине и фармакологии.
16. Инфракрасные спектры в исследовании углеводов. Промышленные инфракрасные проточные анализаторы.

### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

1. Квантово-механические основы расчета молекулярных спектров.
2. Колебательная и вращательная структура энергетических спектров молекулярных соединений. Особенности спектров поглощения газовых сред в атмосфере.
3. Спектры излучения термодинамически равновесных источников.
4. Лазерные источники ИК-излучения.
5. Полупроводниковые лазеры ближнего ИК-диапазона на основе межзонных переходов.
6. Квантовые каскадные лазеры среднего ИК-диапазона.
7. Параметрические генераторы света в ИК-области спектра.
8. Приемники излучения на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта – физические основы и принцип работы.
9. Полупроводниковые материалы, используемые в ИК-приемных системах.
10. Тепловые приемники ИК-излучения (термоэлементы, пироэлектрические системы, оптико-акустические преобразователи).
11. Современные типы волоконных световодов ИК-диапазона и их характеристики.
12. Физические процессы релаксации возбужденных атомов, молекул среды.
13. Решеточные спектрометры ИК-диапазона.
14. Интерференционная спектроскопия с Фурье-преобразованием.
15. Флуоресцентный метод спектроскопических исследований.
16. Оптико-акустическая спектроскопия.

#### **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

Оценка	Критерии оценивания
	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. Сорокин Юрий Михайлович. Оптические потери в световодах : монография / ННГУ, Ин-т химии высокочистых веществ РАН. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2000. - 324 с. - 50.00., 25 экз.

Дополнительная литература:

1. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики / Крюков П.Г. - Москва : Физматлит, 2008., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=639825&idb=0>.
2. Ахманов Сергей Александрович. Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. - М. : Наука, 1988. - 309, [1] с. : ил. - (Современные проблемы физики ; вып. 74). - 4.80., 3 экз.

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

А.А.Андронов, Н.Г.Захаров, А.В.Маругин, А.П.Савикин «Новые источники и приемники ИК и терагерцового диапазона» // Учебно-методическое пособие. Н.Новгород, ННГУ, 2007, 95с.  
[https://elibrary.ru/download/elibrary\\_29082695\\_80673348.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_29082695_80673348.pdf)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Маругин Алексей Валентинович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023 г., протокол № 09/23.