

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Спецлаборатории по квазиоптике
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Радиофизика и электроника
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)
бакалавр
(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Спецлаборатории по квазиоптике» относится к дисциплинам по выбору вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы (ООП) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» и направленности «Радиофизика и электроника» на радиофизическом факультете ННГУ. Дисциплина является элективной и изучается на 4 году обучения, в 8 семестре.

Целями освоения дисциплины являются:

- Научить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента по квазиоптике с последующим анализом и оценкой полученных результатов;
- Научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов;
- Ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципом ее действия; основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований, выработать элементы самостоятельности при решении вопросов, связанных с лабораторным практикумом.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

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**	
ПК-1. Способен осваивать принципы	ПК-1.1. Применяет теоретические основы	Знать основное оборудование и	Задача, собеседов

работы и методы эксплуатации современной и перспективной радиоэлектронной, оптической и акустической аппаратуры	создания и принципы функционирования радиоэлектронной, оптической и акустической аппаратуры ПК-1.2. Осваивает новые технологии радиоэлектронной, оптической и акустической аппаратуры, используя специальную, научную и учебную литературу	принципы его работы для проведения радиофизических исследований: осциллографическое, оптическое, спектральное, измерительное; Уметь называть и давать словесное и схематичное описание основных физических экспериментов; Владеть навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования.	ание
ПК-2. Способен осваивать и применять современные и перспективные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области радиофизики	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов. ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи. ПК-2.3. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации в ходе планирования, подготовки, проведения НИР в области радиофизики.	Уметь выявлять существенные признаки, устанавливать характерные закономерности при экспериментальных исследованиях физических явлений и процессов; измерять основные физические величины, указывая погрешности измерений; Знать основные методы и принципы радиофизических измерений; теоретические	Задача, собеседование

		<p>основы электродинамик и и квазиоптики;</p> <p>Владеть методом оценки порядка физических величин при их расчетах;</p> <p>методом размерностей для выявления функциональной зависимости физических величин;</p> <p>основными методами экспериментальных физических исследований: осциллографическим, методом физического моделирования, оптическим, сравнения, спектрального анализа.</p>	
<p>ПК-3. Способен обрабатывать, оформлять и представлять результаты исследований и разработок в области радиофизики</p>	<p>ПК-3.1 Обрабатывает результаты радиофизических исследований</p> <p>ПК-3.2 Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу.</p>	<p>Уметь обрабатывать полученные в ходе эксперимента данные с использованием современных информационных технологий;</p> <p>проводить численные расчеты физических величин при обработке экспериментальных результатов;</p> <p>Знать основные принципы автоматизации</p>	

		и компьютеризации и процессов сбора и обработки физической информации; Владеть компьютером на уровне опытного пользователя для интерпретации результатов выполненного эксперимента	
--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Спецлаборатории по квазиоптике»

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 23 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (22 часа – практические занятия, в том числе 1 час – мероприятия текущего контроля успеваемости, и 1 час – мероприятия промежуточной аттестации), 49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	

(модуль)	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное
Лабораторная работа 1	35						11						11			24		
Лабораторная работа 2	36						11						11			25		
В т.ч.текущий контроль	1						1						1			-		
Промежуточная аттестация - Зачет																		

4. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Спецлаборатории по квазиоптики» проводятся следующие виды учебных занятий: практические занятия с использованием лабораторного оборудования. Наряду с традиционными формами используются различные образовательные технологии: современный физический эксперимент, решение проблемных задач, индивидуальные задания с разбором конкретных ситуаций. На практических занятиях используются такие образовательные технологии как технология адаптивного обучения, технология проблемного обучения, технология дифференцированного обучения, работа в команде, обучение на основе опыта, исследовательский метод, опережающая самостоятельная работа и др.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающегося включает в себя следующие этапы:

№ п/п	Содержание этапа	Формируемые компетенции	Форма аттестации по этапу	Оценочные средства
-------	------------------	-------------------------	---------------------------	--------------------

1	- теоретическая подготовка, которая состоит в изучении методических материалов к лабораторной работе (см. п. 7) и приведенной в них дополнительной литературы; - практическая подготовка, состоящая в решении разнообразных расчетных задач по тематике лабораторной работы	ПК-1	Допуск обучающегося к выполнению лабораторной работы	Собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы), протокол выполнения лабораторной работы, отчет по лабораторной работе
2	- проведение исследования, наблюдения, эксперимента	ПК-1, ПК-2	Проверка протокола выполнения лабораторной работы	
3	- обработка и анализ результатов исследования, формулирование выводов по результатам исследования, оформление отчета о лабораторной работе	ПК-3	Отчет по лабораторной работе	

Типовые вопросы и задания при допуске к экспериментальным измерениям, а также для проведения текущего контроля успеваемости:

1. По лабораторной работе «Открытые резонаторы»:

1.1 Как включить генератор?

1.2 Как настроиться на конфокальность?

1.3 Каким образом измерять параметр Френелевский параметр системы С?

1.4 Как измерить ширину резонансной кривой?

1.5 Познакомились ли Вы с инструкцией по технике безопасности?

2. По лабораторной работе «Квазиоптическая модель резонатора твердотельного лазера на пороге генерации»

2.1 Где находятся рубин и лампа-вспышка?

2.2 Как подводится энергия к лампе-вспышке?

2.3 Как юстировать резонатор рубинового лазера с помощью непрерывного лазера?

2.4 Как включать и выключать электрическую часть установки, подводящую энергию к лампе накачки?

2.5 Как охлаждать рубин и с каким временным интервалом можно проводить измерения?

2.6 Какие физические параметры квазиоптической модели разогретого рубина необходимо измерять экспериментально?

Типовые контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Почему в оптическом диапазоне не могут быть использованы резонаторы, аналогичные типичным резонаторам СВЧ диапазона?
2. Каковы основные причины, по которым в оптическом и субмиллиметровом диапазонах в качестве резонаторов используются открытые конструкции?
3. Что такое резонатор Фабри-Перо?
4. Что такое мода резонатора? Что такое коэффициент затухания, логарифмический декремент?
5. Что такое собственная частота, добротность и полоса моды резонатора?
6. Как связаны потери в резонаторе с добротностью и полосой?
7. Что такое омические потери в резонаторе? Как их рассчитать?
8. Что такое коэффициент трансформации? Какой его физический смысл?
9. Как рассчитать собственные частоты свободных колебаний резонатора, если известен коэффициент трансформации?
10. Какие уравнения описывают распространение волнового монохроматического пучка в свободном пространстве?
11. Что такое дифракционные потери? От чего они зависят (качественно)? Что такое параметр Френеля?
12. Какие решения уравнения поперечной диффузии Вы знаете?

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине «Спецлаборатории по квазиоптике»

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих

этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-1:

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	Не зачтено	Зачтено
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми.
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания.
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 30 %	30 – 100 %

ПК-2:

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	Не зачтено	Зачтено
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми.
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания.
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.	Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты

	Имели место грубые ошибки.	
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 30 %	30 – 100 %

ПК-3:

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	Не зачтено	Зачтено
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний и выше. Допущенные ошибки не являлись грубыми.
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи, возможны негрубые ошибки. Выполнены все задания.
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный и выше набор навыков для решения стандартных задач, допускаются некоторые недочеты
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 30 %	30 – 100 %

6.2. Описание шкал оценивания

Для оценки результатов обучения студентов применяется двухбалльная шкала оценивания «зачет-не зачет».

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование, состоящее из теоретических вопросов.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются практические контрольные задания, включающие одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий, которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Типовые контрольные задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации сформулированы и приведены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ (см. п. 7).

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

1. Болховская О.В., Горбунов А.А., Грибова Е.З., Грязнова И.Ю., Калинин А.В., Канаков О.И., Корчагин А.Б., Мануилов В.Н., Миловский Н.Д., Павлов И.С., Савикин А.П. Методические материалы по определению процедур оценивания сформированности компетенций: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2023. – 26 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.unn.ru/books/met_files/met_mat_Mil.pdf.

2. Петрова И.Э., Орлов А.В. Оценка сформированности компетенций. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: ННГУ, 2016. 48 с.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Спецлаборатории по квазиоптике»

а) основная литература:

1. Миловский Н.Д., Зиновьев А.П. Квазиоптическая модель резонатора твердотельного лазера на пороге генерации. Н. Новгород: ННГУ, 2010.
2. Миловский Н.Д. Асимптотические методы в теории волн. Учебно-методическое пособие. Н. Новгород: ННГУ. 2014. 138 с.

б) дополнительная литература:

1. Виноградова М. Б., Руденко О. В., Сухоруков А. П., и др. - Теория волн: учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М.: Наука, 1990. - 432 с.
2. Маркузе Д. - Оптические волноводы: пер. с англ. - М.: Мир, 1974. - 576 с.
3. Джеррард А., Берч Дж. М - Введение в матричную оптику. - М.: Мир, 1978. - 341 с.
4. Кравцов Ю. А., Орлов Ю. И. - Геометрическая оптика неоднородных сред.

- М.: Наука, 1980. - 304 с.

5. Власов С. Н. , Таланов В. И. - Самофокусировка волн. - Н. Новгород: Изд-во Ин-та приклад. физики РАН, 1997. - 220 с.
6. Вайнштейн Л. А. - Электромагнитные волны. - М.: Радио и связь, 1988. – 440 с.
7. Ананьев Ю. А. - Оптические резонаторы и проблема расходимости лазерного излучения. - М.: Наука, 1979. - 328 с.
8. Ваганов Р. Б., Каценеленбаум Б. З. - Основы теории дифракции. - М.: Наука, 1982. - 272 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Office (номера лицензий: 62421356 (12 шт.), 62421349);
2. Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека):
<http://e.lanbook.com/>;
<http://www.biblioclub.ru>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, а также следующим лабораторным оборудованием:

1. Лабораторная установка для исследования квазиоптического резонатора.
2. Лабораторная установка для исследования резонатора твердотельного лазера на пороге генерации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.03.03 «Радиофизика», направленности «Радиофизика и электроника», квалификация - бакалавр.

Авторы программы _____ Н.Д. Миловский

_____ Л.Л. Попова

Рецензент _____ В.Г. Гавриленко

Заведующий кафедрой _____ А.В. Кудрин

Программа одобрена на заседании методической комиссии
радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.