

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением
ученого совета ННГУ
протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы оптоакустики

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.03 радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Квантовая радиофизика и лазерная физика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.03, основы оптоакустики относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 <i>радиофизика</i> , формируемой участниками образовательных отношений.

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**	
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	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 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	Знать основные принципы генерации и детектирования оптико-акустических сигналов Владеть современными теоретическими и экспериментальными методами исследований оптико-акустических полей	Собеседование, доклад, задача

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>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>Знать современное состояние исследований в области оптоакустики</p> <p>Уметь определять наиболее актуальные направления исследований биологически сред оптико-акустическими методами</p>	Собеседование, доклад
--	--	---	-----------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная	

работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	39
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	Занятия семинарского типа		
		Занятия семинарского типа	Всего	
1. Введение в оптоакустику	8	4	4	4
2. Распространение света в конденсированных мутных средах	8	4	4	4
3. Тепловое возбуждение ультразвуковых колебаний	8	4	4	4
4. Регистрация ультразвуковых сигналов	10	4	4	6
5. Лазерная оптико-акустическая спектроскопия	9	4	4	5
6. Лазерная оптико-акустическая микроскопия	9	4	4	5
7. Лазерная оптико-акустическая томография	9	4	4	5
8. Оптоакустика в медицине и биологии	10	4	4	6
Аттестация по дисциплине (зачет)	1	1		
Итого	72	32		39

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.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная проработка лекционного и дополнительного материала. Подготовка обучающимися научных сообщений по литературе о новых достижениях в области оптоакустики.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным 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 владения материалом.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальны	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	---	--	--	--	--------------------------------------

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	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»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Характерные пространственно-временные масштабы в лазерной оптоакустике	ПК-1
2. Формула для оптико-акустического преобразования в приближении предельно короткого лазерного импульса.	ПК-1

3.	Форма лазерного оптико-акустического отклика точечного источника в одномерном, двумерном и трехмерном случае.	ПК-1
4.	Решение волнового уравнения для пространственно-распределенного теплового источника, создаваемого лазерным импульсом предельно короткой длительности.	ПК-1
5.	Принцип действия лазерного оптико-акустического микроскопа.	ПК-1
6.	Формулы для поперечного и продольного пространственного разрешения лазерного оптико-акустического микроскопа.	ПК-1
7.	Эффективный коэффициент ослабления лазерного излучения в поглощающей и рассеивающей среде в диффузионном приближении	ПК-1
8.	Количественные измерения коэффициентов оптического поглощения и рассеяния по форме оптико-акустических импульсов.	ПК-1
9.	Основные отличия оптико-акустической микроскопии от томографии.	ПК-1
10.	Временная селекция оптико-акустических и лазерно-возбужденных ультразвуковых импульсов.	ПК-1
11.	Основные условия, необходимые для генерации оптико-акустических сигналов.	ПК-2
12.	Закон Бугера, характеризующий ослабление светового пучка в поглощающей среде.	ПК-2
13.	Временные профили оптико-акустических сигналов от протяженных источников.	ПК-2
14.	Особенности затухания ультразвука в воде и биотканях.	ПК-2
15.	Принцип работы широкополосного пьезоэлектрического приемника на основе пленки из поливинилиденфторида.	ПК-2
16.	Использование методов оптико-акустической визуализации в медицине.	ПК-2
17.	Типы антенн в оптико-акустической визуализации.	ПК-2
18.	Численное моделирование распространения фотонов с помощью метода Монте-Карло.	ПК-2
19.	Методы оптико-акустической спектроскопии для измерения оксигенации крови.	ПК-2
20.	Алгоритм томографической реконструкции оптико-акустических источников.	ПК-2

5.2.2. Примерный список тем докладов для оценки компетенций «ПК-1»

1. Оптоакустический генератор Бэлла на модулированном солнечном свете.
2. Лазерная генерация ультразвука.

5.2.3. Примерный список тем докладов для оценки компетенций «ПК-2»

3. Ультразвуковые антенны для регистрации оптико-акустических импульсов.
4. Оптико-акустические измерения оксигенации.

5.2.4. Типовые задачи для оценки компетенций «ПК-1»

1. Поглощающее полупространство (коэффициент Грюнайзена $\Gamma=0.5$, коэффициент поглощения $\mu_a=2 \text{ см}^{-1}$) освещается предельно-коротким лазерным импульсом (освещенность $H=1 \text{ мДж/см}^2$). Оценить амплитуду оптико-акустического импульса.
2. Поглощающее полупространство (коэффициент Грюнайзена $\Gamma=0.5$) освещается предельно-коротким лазерным импульсом (освещенность $H=1 \text{ мДж/см}^2$). Измеренная амплитуда

оптико-акустического импульса составляет 1кПа. Оценить коэффициент поглощения поглощающей среды μ_a .

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Физика. Волны: учебное пособие / Андреев А. Д., Колгатин С. Н., Черных Л. М. - Санкт-Петербург: СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2015 - 38 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича - Физика.

2 Обратные волновые задачи акустической томографии. Ч. 2: Обратные задачи акустического рассеяния / В. А. Буров, О. Д. Румянцева. - Москва: ЛЕНАНД, 2020 - 768 с. - ISBN 978-5-9710-6419-0: 350.00.

3 Ультразвук в медицине, ветеринарии и биологии: учебное пособие / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов, С. И. Щукин; под редакцией С. И. Щукина. - 3-е изд.; испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2022 - 224 с. - (Профессиональное образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/497325> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-13581-7: 939.00. - Текст: электронный // ЭБС "Юрайт".

б) дополнительная литература:

1 Проблемы оптической физики и биофотоники. SFM-2019: материалы 7-го Международного симпозиума и 23-й Международной молодежной научной школы Saratov Fall Meeting–2019. - Саратов: СГУ, 2020 - 106 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СГУ - Физика. - ISBN 978-5-292-04638-7.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудиторный фонд ННГУ. Оборудование для мультимедийных презентаций, компьютерное оборудование для поиска информации и численного моделирования. Библиотечный фонд ННГУ.

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 – магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020 г. N 918.

Автор (ы) к.ф.-м.н. доцент Субочев П.В.

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н. профессор Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.