

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

Радиофизический

(факультет / институт / филиал)

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

Рабочая программа дисциплины

Акустические методы исследования в
биологии и медицине

(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

Акустика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 " Акустические методы исследования в биологии и медицине " относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 Радиофизика, 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	
<p>ПК-1:</p> <p><i>Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности</i></p>	<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><i>Знать</i> основные фундаментальные разделы физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач медицинской акустики, связанных с проведением ультразвуковых исследований</p> <p><i>Уметь</i> свободно ориентироваться в фундаментальных аспектах физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач, связанных с проведением ультразвуковых исследований.</p>	<p><i>Собеседование, задача (практическое задание)</i></p>
<p>ПК-2:</p> <p><i>Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских</i></p>	<p>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.</p>	<p><i>Знать</i> современные подходы к моделированию различных явлений в области ультразвуковых исследований и оценке полученных результатов</p> <p><i>Уметь</i> понимать и анализировать современные проблемы и новейшие достижения в области акустических методов в биологии и медицине.</p>	<p><i>Собеседование, задача (практическое задание)</i></p>

<i>работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты</i>	ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.	<i>Знать</i> критерии выбора методов решения задач в области акустических методов в биологии и медицине.	<i>Собеседование, задача (практическое задание)</i>
<i>ПК-3 Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</i>	ПК-3.1. Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.	<i>Владеть</i> навыками использования современных литературных источников и проведения научно-исследовательских работ.	
	ПК-3.2. Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу.	<i>Знать</i> современные способы представления результатов научных исследований в области акустических методов в биологии и медицине.	

3. Структура и содержание дисциплины «Акустические методы исследования в биологии и медицине»

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия практического типа	32
самостоятельная работа	29
КСР	2
Промежуточная аттестация – экзамен	45

3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Физические основы применения акустических волн в биологии и медицине	22	8			8	14
Биофизика ультразвуковых эффектов	21	6			6	15
Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы и численное моделирование)	21	6			6	15
Эластография: физические основы и использование в ультразвуковой диагностики (применение современных ИТ)	21	6			6	15
Практическое применение ультразвука в медицине (диагностика, терапия, хирургия). Визуализация изображений в медицине.	21	6			6	15
В т.ч. текущий контроль	2	2			2	-
Промежуточная аттестация – экзамен						

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала лекционных занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы.

Примеры контрольных заданий:

Применение ультразвука в биологии

2. Физические характеристики биологических тканей и сосудов.
3. Биологическое действие ультразвука.
4. Физические механизмы взаимодействия ультразвука с биологическими системами.
5. Ультразвуковая диагностика в медицине.
6. Применение ультразвука в терапии.
7. Устройство и использование акустических терапевтических приборов
8. Применение ультразвука в хирургии.
9. Хирургия с помощью фокусированного ультразвука.
10. Принципы и методы литотрипсии.
11. Применение ультразвука в стоматологии.
12. Физические основы эффекта Доплера. Доплерография и доплеровские шумы.
13. Основные методы получения информации с применением ультразвука.
14. Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы и аппаратура)
15. Регистрация отраженного ультразвукового сигнала: А-режим, В-режим, М-режим.
16. Формирование 2-D изображения; формирования 3-D изображения.

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

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень	Шкала оценивания сформированности компетенций
---------	---

сформированность и 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, 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.	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 несущественным 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 владения материалом . 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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 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»

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

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Ультразвуковые волны. Акустический сигнал и его спектр.	ПК-1
2. Акустика жидкостей и газов. Система акустических уравнений и ее линеаризация. Лапласова и Ньютонова скорости звука. Волновое уравнение. Плоские волны.	ПК-1
3. Дисперсия звуковых волн. Пространственный и частотный спектр.	ПК-1
4. Акустическое сопротивление, его влияние на отражение ультразвука.	ПК-1
5. Затухание ультразвука в биологических тканях	ПК-1
6. Энергия и импульс звуковых волн. Сферические волны.	ПК-2
7. Рассеяние звука на различных неоднородностях среды. Поглощение звука.	ПК-2
8. Нелинейные эффекты в жидких средах. Радиационное давление.	ПК-2
9. Пьезоэлектрические, магнитострикционные,	ПК-2

электродинамические излучатели.	
10. Управление ультразвуковым излучением: фокусировка и сканирование ультразвукового пучка. Ультразвуковые линзы, рефлекторы, концентраторы. Фокусировка и сканирование ультразвукового пучка. Приемники и индикаторы ультразвуковых волн.	ПК-2
11. Классификация ультразвуковых приборов. Основные режимы работы: режим В (2D), режим А и режим М.	ПК-3
12. Ультразвуковые преобразователи. Типы датчиков. Способы сканирования. Формирование УЗ луча, передача, прием и обработка сигналов. Фокусировка УЗ луча.	ПК-3
13. Биологические эффекты ультразвука.	ПК-3
14. Ультразвуковая голография, томография.	ПК-3
15. Ультразвуковая терапия и хирургия.	ПК-3

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Физические характеристики биологических сред. Скорость ультразвука в биологических средах, отражение и преломление.
2. Волноводное распространение ультразвука. Прохождение ультразвука через слоистые структуры.
3. Эффект Допплера. Оценка скорости движения по доплеровскому сдвигу частоты. Доплеровский угол.
4. Понятие о спектре скоростей кровотока и спектре частот доплеровского сдвига.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Непрерывно-волновой и импульсно-волновой Доплер.
2. Измерение спектра доплеровских частот. Неоднозначность измерения спектра.
3. Модификации цветового картирования: энергетический Доплер, тканевый Доплер. Практические рекомендации при работе в режиме цветового картирования.

5.2.4. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Отображение информации УЗ-сканеров. Регистрация изображений.
2. Получение трехмерных изображений. Контрастные вещества.
3. Тканевая гармоника и контрастная гармоника.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Применение ультразвука в медицине: Физические основы: Пер.с англ. - М.: Мир, 1989. - 567 с. Ультразвук в медицине. Физические основы применения (Под ред. Хилла К.): Пер. с англ. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 544 с.
2. Акопян Б.В., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами: Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. - 224 с.
3. Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии: приложения к нелинейной акустике. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 496 с.

б) дополнительная литература:

1. ЭЛАСТОГРАФИЯ СДВИГОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЯГКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ: Составители: Демин И.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. Учебно-методические материалы для магистрантов и аспирантов Исследовательской школы «Колебательно-волновые процессы в природных и искусственных средах». – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 114 с. (электронное издание ННГУ)
2. Клемина А.В., Демин И.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. Медицинская акустика: ультразвуковая диагностика медико-биологических сред. Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. – 124 с. (электронное издание ННГУ)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ 07.08.2020 № 918).

Автор: к.ф.-м.н., доцент Демин И.Ю.

Рецензент: к.ф.-м.н., доцент Жуков С.Н.

Заведующий кафедрой: д.ф.-м.н., проф. Гурбатов С.Н.

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