

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**

Физические основы акустической диагностики

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы

Акустика

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Физические основы акустической диагностики 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 акустики и радиофизики 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: Знать законы линейной и нелинейной акустики, физику взаимодействия акустических волн с биологическими объектами, вопросы акустической диагностики. Уметь свободно ориентироваться в фундаментальных аспектах физики и радиофизики, необходимыми для решения задач акустической диагностики. Владеть базовыми навыками решения задач линейной и нелинейной акустики</p> <p>ПК-1.2: Знать способы работы с большими объемами данных Уметь применять методы систематизации и анализа информации Владеть навыками работы с современными информационными технологиями</p>	Опрос	Зачёт: Доклад-презентация
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным	ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области акустики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических	ПК-2.1: Знать современное состояние исследований в области акустической интерферометрии, особенностей распространения	Опрос	Зачёт: Доклад-презентация

<p>разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области акустики и радиофизики и оформлять их результаты</p>	<p>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: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР  ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области акустики и радиофизики</p>	<p>ультразвуковых волн в интерферометрах малого объема, возможности применения ультразвука в медицине и медицинской технике.   ПК-2.2:  Уметь самостоятельно ставить задачи и выбирать методы их решения в области акустической диагностики.   ПК-2.3:  Уметь проводить необходимые исследования при проведении НИР в области акустической диагностики   ПК-2.4:  Уметь анализировать полученные при проведении НИР данные, делать необходимые выводы в области акустической диагностики</p>		
<p>ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>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  ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу  ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности  Радиофизика</p>	<p>ПК-3.1:  Уметь: понимать и анализировать современные проблемы и новейшие достижения в области медицинской акустики и акустической диагностики   ПК-3.2:  Владеть опытом наглядного представления результатов исследований в области медицинской акустики и акустической диагностики.   ПК-3.3:  Уметь составлять и подавать конкурсные заявки на выполнение НИР в области медицинской акустики и акустической диагностики</p>	<p>Опрос</p>	<p>Зачёт:  Доклад-презентация</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>0</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</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	
	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Введение в дисциплину	15	8	0	8	7
Основы линейной акустики. Физические основы применения акустических волн в биологии и медицине	14	6	0	6	8
Ультразвуковая интерферометрия биологических жидкостей	14	6	0	6	8
Ультразвуковая визуализация в медицине	14	6	0	6	8
Современные методы применения ультразвука в медицине	14	6	0	6	8
Аттестация	0				
КСР	1			1	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Введение в дисциплину

Основы линейной акустики. Физические основы применения акустических волн в биологии и медицине

Ультразвуковая интерферометрия биологических жидкостей

Ультразвуковая визуализация в медицине

Современные методы применения ультразвука в медицине

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.

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

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

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении зачета по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

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

1. Уравнения гидродинамики идеальной жидкости.	ПК-1
2. Уравнения линейной акустики идеальной среды.	ПК-1
3. Граничные условия на границе двух жидких сред.	ПК-1
4. Отражение плоских волн на плоской границе двух жидких и непоглащающих сред	ПК-1
5. Преломление плоских волн на плоской границе двух жидких и непоглащающих сред	ПК-1
6. Прохождение плоской волны через плоский жидкий слой	ПК-1

--	--

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

1. Уравнения акустики движущихся сред	ПК-2
2. Применение ультразвука в биологии и медицине	ПК-2
3. Физические величины, характеризующие распространение волн в биологических средах	ПК-2
4. Методы измерения скорости ультразвука	ПК-2
5. Методы измерения поглощения ультразвука	ПК2
6. Анализ интерферометров	ПК-2

**5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-3:**

1. Акустические исследования биологических жидкостей	ПК-3
2. Теоретическое рассмотрение акустического интерферометра	ПК-3
3. Акустический метод определения общего белка, белковых фракций сыворотки крови человека с помощью акустического интерферометра	ПК-3
4. Акустический метод определения липидного спектра сыворотки крови человека на акустическом интерферометре	ПК-3
5. Акустический метод определения скорости оседания эритроцитов (СОЭ) при воздействии радиационной силы	ПК-3
6. Биологическое действие ультразвука	ПК-3
7. Физические механизмы взаимодействия ультразвука с биологическими системами	ПК-3

**Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина,

Оценка	Критерии оценивания
	сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция (или ее часть) сформирована на уровне «неудовлетворительно»

## 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	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 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающегося от ответа		некоторым и недочетами	и недочетами	недочетов	ошибок и недочетов	
--	------------------------	--	------------------------	--------------	-----------	--------------------	--

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<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»
не зачтено	<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 - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Уравнения гидродинамики идеальной жидкости
2. Граничные условия на границе двух жидких сред.
3. Прохождение плоской волны через плоский жидкий слой.

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

1. Физические величины, характеризующие распространение волн в биологических объектах.
2. Методы измерения поглощения ультразвука.
3. Акустический метод определения липидного спектра сыворотки крови человека на акустическом интерферометре.
4. Биологическое действие ультразвука.
5. Физические механизмы взаимодействия ультразвука с биологическими системами.
6. Применение ультразвука в стоматологии.
7. Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы и аппаратура).

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Привести примеры опытов, доказывающих наличие эффекта Доплера.
2. Прямой и обратный пьезоэффект: как можно создать и в чем различия (нарисовать принципиальные схемы и привести возможные опыты).
3. Теория радиационного давления ультразвуковых волн: основные моменты, обнаружение радиационного давления, примеры ультразвуковых радиометров.
4. Дать характеристику основным акустическим параметрам биологических тканей.
5. Оценка безопасности применения ультразвука в медицине.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция (или ее часть) сформирована на уровне «неудовлетворительно»

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

Основная литература:

1. Применение ультразвука в медицине : Физические основы : пер. с англ. / под ред. К. Хилла. - М. : Мир, 1989. - 567 с. - 5.40., 1 экз.
2. Ремизов Александр Николаевич. Медицинская и биологическая физика : учебник. - 4-е изд., испр. и перераб. - М. : Гэотар-Медиа, 2012. - 648 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-1924-3 : 630.00., 8 экз.
3. Михайлов Игорь Георгиевич. Основы молекулярной акустики / под ред. И. Г. Михайлова. - М. : Наука, 1964. - 514 с. - 1.70., 3 экз.
4. Физическая акустика. Т. 1. Методы и приборы ультразвуковых исследований / под ред. У. Мэзона ; пер. с англ. Л. Д. Розенберга. - М. : Мир, 1967. - 362 с. : ил. - 1.73., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Клемина Анна Викторовна. Исследование акустического интерферометра постоянной длины : учебно-методическое пособие для лабораторной работы / А. В. Клемина, И. Ю. Демин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 27 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850351&idb=0>.
2. Волькенштейн М. В. Молекулярная биофизика. - М. : Наука, 1975. - 616 с. : ил. - (Физика жизненных процессов). - 2.72., 10 экз.
3. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике : пер. с нем. / под ред. В. С. Григорьева, Л. Д. Розенберга. - Изд. 2-е. - М. : Изд-во иностр. лит., 1957. - 726 с. : ил. - 62.85., 1 экз.

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

<https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850351&idb=0>

## **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: Проектор, экран

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/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Клемина Анна Викторовна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Гурбатов Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук.

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