

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

радиофизический

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023г. № 6

**Рабочая программа дисциплины
Современные ультразвуковые исследования
(с использованием ИТ) в биологии и медицине**

Уровень высшего образования

магистратура

Направление подготовки / специальность
**02.04.02 –Фундаментальная информатика и информационные
системы**

Направленность образовательной программы

Автоматизация научных исследований

Квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

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

Дисциплина «Современные ультразвуковые исследования (с использованием ИТ) в биологии и медицине» относится к дисциплинам по выбору вариативной части основной образовательной программы по направлению **02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные системы**, магистерская программа «Автоматизация научных исследований», является дисциплиной по выбору на 2 курсе (в 3 семестре) магистратуры.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование навыков применения физических основ распространения и рассеяния волн в неоднородных диссипативных средах в целях биологии и медицины;
- изучение методов и подходов медицинской акустики с использованием современных информационных технологий (применение ультразвука в медицине).

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные в ходе изучения курсов «Общая акустика», «Численное моделирование в акустике и гидродинамике», «Численный анализ биомедицинских сигналов»

В процессе изучения дисциплины магистранты должны расширить знания по особенностям применения основных законов распространения акустических волн в неоднородных диссипативных средах. Уметь применять методы получения, обработки и реконструкции акустических изображений; принципы построения, алгоритмы и программы медицинских томографических систем, методы и приборы акустической характеристики биологических сред, а также углубить представление об общих характеристиках диагностических и терапевтических методов, основанных на использовании акустических волн, принципах работы акустических хирургических инструментов.

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

<i>Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</i>
<i>ПК-1:</i> способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	<i>31 Знать современные информационные технологии к моделированию различных явлений в области ультразвуковых исследований в медицине и биологии и оценке полученных результатов</i>

3. Структура и содержание дисциплины «Современные ультразвуковые исследования (с использованием ИТ) в биологии и медицине»

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 1 час - мероприятия текущего контроля успеваемости), 1 час - мероприятия промежуточной аттестации, 75 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	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			Консультации						Всего	
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная		
Физические основы применения акустических волн в биологии и медицине	17			6											6			11		
Биофизика ультразвуковых эффектов	22			6											6			16		
Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы и численное моделирование)	22			6											6			16		
Эластография: физические основы и использование в ультразвуковой диагностики (применение современных ИТ)	22			6											6			16		
Практическое применение ультразвука в медицине (диагностика, терапия, хирургия). Визуализация изображений в медицине.	24			8											8			16		
В т.ч.текущий контроль	1						1								1					
Промежуточная аттестация - зачет																				

4. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий курса «Современные ультразвуковые исследования (с использованием ИТ) в биологии и медицине» являются лекции с применением технологий интерактивного обучения (презентаций), лабораторные занятия с использованием современного ультразвукового оборудования и самостоятельная работа студента.

Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных занятий с применением технологий интерактивного обучения (презентаций).

Занятия лабораторного типа осуществляются в форме практических занятий в акустических лабораториях на современном ультразвуковом оборудовании с использованием современных ИТ.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лекционного типа:

- лекции-беседы с использованием мультимедийных средств поддержки образовательного процесса;
- практические занятия с ультразвуковым оборудованием;
- лекции с проблемным изложением учебного материала.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и практических навыков по дисциплине. Для активизации познавательного процесса слушателям даются задания по самостоятельному проведению акустических экспериментов. Основной акцент воспитательной работы делается на добросовестном, профессиональном выполнении всех учебных заданий.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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 экзамена по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники, а также конспекты лекций.

Список контрольных вопросов для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. 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. Ультразвуковые исследования с использованием современных информационных технологий.
14. Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы, аппаратура, численное моделирование)
15. Регистрация отраженного ультразвукового сигнала: А-режим, В-режим, М-режим.
16. Формирование 2-D изображения; формирования 3-D изображения.

6. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

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: способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	
	неудовлетворительно	удовлетворительно
Знать современные информационные технологии к моделированию различных явлений в области ультразвуковых исследований в медицине и биологии и оценке полученных результатов	Отсутствие знаний современных информационных технологий к моделированию различных явлений в области ультразвуковых исследований в медицине и биологии и оценке полученных результатов	Достаточное знание современных информационных технологий к моделированию различных явлений в области ультразвуковых исследований в медицине и биологии и оценке полученных результатов
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 % – 50 %	51 % - 100 %

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала.

Зачет проводится в устной форме. Устная часть зачета заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой, вопросы для промежуточного контроля указаны в пункте 5 настоящей рабочей программы дисциплины) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Шкала оценивания «зачет - незачет»:

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	не зачтено	зачтено
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
Мотивация (личностное отношение)	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем или высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества и выше
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Минимально допустимый и выше

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

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные и устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные задания.

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используется

- устное собеседование.

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

Теоретические вопросы (ПК-1)

1. Ультразвуковые волны. Акустический сигнал и его спектр.
2. Акустика жидкостей и газов. Система акустических уравнений и ее линеаризация. Лапласова и Ньютонова скорости звука. Волновое уравнение. Плоские волны.
3. Дисперсия звуковых волн. Пространственный и частотный спектр.
4. Акустическое сопротивление, его влияние на отражение ультразвука.
5. Затухание ультразвука в биологических тканях
6. Энергия и импульс звуковых волн. Сферические волны.
7. Рассеяние звука на различных неоднородностях среды. Поглощение звука.
8. Нелинейные эффекты в жидких средах. Радиационное давление.
9. Пьезоэлектрические, магнитострикционные, 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.
11. Классификация ультразвуковых приборов. Основные режимы работы: режим В (2D), режим А и режим М.
12. Ультразвуковые преобразователи. Типы датчиков. Способы сканирования. Формирование УЗ луча, передача, прием и обработка сигналов. Фокусировка УЗ луча.
13. Биологические эффекты ультразвука.
14. Ультразвуковая голография, томография.
15. Ультразвуковая терапия и хирургия.

Типовые контрольные задания (ПК-1)

1. Физические характеристики биологических сред. Скорость ультразвука в биологических средах, отражение и преломление.
2. Волновое распространение ультразвука. Прохождение ультразвука через слоистые структуры.
3. Эффект Доплера. Оценка скорости движения по доплеровскому сдвигу частоты. Доплеровский угол.
4. Понятие о спектре скоростей кровотока и спектре частот доплеровского сдвига.
5. Непрерывно-волновой и импульсно-волновой доплер.
6. Измерение спектра доплеровских частот. Неоднозначность измерения спектра.
7. Модификации цветового картирования: энергетический доплер, тканевый доплер. Практические рекомендации при работе в режиме цветового картирования с использованием современных ИТ.

8. Отображение информации УЗ-сканеров. Регистрация изображений.
9. Получение трехмерных изображений. Контрастные вещества.
10. Тканевая гармоника и контрастная гармоника.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

- Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,
- Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Современные ультразвуковые исследования (с использованием ИТ) в биологии и медицине»

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)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- аудиторный фонд ННГУ,
- аудитория для работы с мультимедийным проектором,
- лабораторный фонд ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению **02.04.02 –Фундаментальная информатика и информационные системы**, магистерская программа «Автоматизация научных исследований».

Автор к.ф.-м.н., доцент Демин И.Ю.

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

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

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