

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан радиофизического факультета,
профессор, д.ф.-м.н.
_____ В.В. Матросов

« ____ » _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Ультразвуковые исследования в биологии и медицине

Уровень образования – подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки
03.06.01 Физика и астрономия

Направленность программы
01.04.06 «Акустика»

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород
2021

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Ультразвуковые исследования в биологии и медицине» относится к числу обязательных профессиональных дисциплин вариативной части основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ННГУ и изучается на 3 году обучения, в 6 семестре.

Целями освоения дисциплины «Ультразвуковые исследования в биологии и медицине» являются:

- формирование навыков применения физических основ распространения и рассеяния волн на флуктуациях неоднородной непрерывной среды в целях биологии и медицины;
- изучение методов и подходов медицинской акустики (применение ультразвука в медицине).

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в ходе изучения курсов «Общая акустика», «Численное моделирование в акустике и гидродинамике», «Численные методы в биологии и медицине».

В процессе изучения дисциплины студенты 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.

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Ультразвуковые исследования в биологии и медицине», могут служить основой для дальнейшего освоения аспирантами курсов по направленности «Акустика», а также необходимы для сдачи кандидатского экзамена по направленности «Акустика».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность самостоятельно проводить научно – исследовательские работы и получать новые научные и прикладные результаты в области акустики (ПК-1);
- способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области акустики (ПК-2);

- способность представлять полученные результаты научному сообществу и широкой общественности в доступной форме (ПК-3).

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 (базовый)	<p>32 Знать современные подходы к моделированию различных явлений в области ультразвуковых исследований и оценке полученных результатов</p> <p>У1 Уметь самостоятельно проводить НИР и получать новые результаты в области медицинской акустики</p> <p>В1 Владеть методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности «Акустика», а именно в области медицинской акустики</p>
ПК-2 (базовый)	<p>31 Знать современное состояние исследований в области ультразвуковых исследований и медицинской акустики</p> <p>У1 Уметь определять наиболее актуальные направления исследований по тематике исследований</p> <p>У2 Уметь самостоятельно формулировать новые научные задачи в области медицинской акустики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки и этапов профессионального роста</p> <p>В1 Владеть навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области ультразвуковых исследований</p>
ПК-3 (базовый)	<p>31 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>У1 Уметь представлять научные результаты по теме исследования в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях</p> <p>В1 Владеть навыками и способами представления данных исследования научному сообществу в понимаемой форме</p>

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 14 часов групповые консультации, 4 часа мероприятия по аттестации), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

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			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	10			2								2			4			6		
Биофизика ультразвуковых эффектов	16			4								4			8			8		
Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы и аппаратура)	16			4								4			8			8		
Эластография: физические основы и использование в ультразвуковой диагностики	14			4								2			6			8		
Практическое применение ультразвука в медицине (диагностика, терапия, хирургия)	12			4								2			6			6		
Промежуточная аттестация Зачет – 4 часа																				
Итого	72			18								14			32			36		

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля
1	Физические основы применения акустических волн в биологии и медицине	Краткая сводка свойств акустических волн, основные понятия и представления. Интеграл Рэлея как основа расчета полей ультразвуковых излучателей. Роль нелинейных акустических эффектов для ультразвуковых полей,	Лекции, сам.раб.	Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5

		<p>применяемых в медицине. Источники ультразвука, применяемые в медицине. Круглый и прямоугольный поршневые излучатели. Ближнее и дальнее поля. Фокусирующие преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи, применяемые в медицине (пьезокерамические, пленочные, пьезокомпозитные, и другие).</p> <p>Поглощение и рассеяние ультразвука в биологических тканях. Скорость звука в биологических тканях. Отражение волн на границах раздела сред. Отражение ультразвука от границ раздела различных видов биологической ткани.</p>		
2	Биофизика ультразвуковых эффектов	<p>Акустические свойства биологической ткани. Основные виды биологических тканей и их акустические свойства. Вязкоупругие свойства квазитвердых тел. Поглощение ультразвука в ткани. Рассеяние ультразвука в различных биологических тканях. Сечения взаимодействия акустической волны с тканью. Методы измерений и количественные значения скорости звука и коэффициентов поглощения и рассеяния в различных видах тканей. Ультразвуковые частоты, используемые в медицинском ультразвуке, их выбор. Тепловые эффекты, вызываемые ультразвуком. Ультразвук при лечении рака. Кавитация как причина повреждения биологической ткани. Виды кавитации. Пороги кавитации. Ударноволновое разрушение почечных и желчных камней. Механизмы разрушения.</p>	Лекции, сам.раб.	Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5
3	Ультразвуковая визуализация в медицине (физические принципы и аппаратура)	<p>Принципы ультразвуковой визуализации. Сравнительный анализ рентгеновского и ультразвукового методов визуализации. Акустическая визуализация в режиме А. Ультразвуковая визуализация в режиме В. Механические и электронные В-сканеры. Ультразвуковая визуализация в</p>	Лекции, сам.раб.	Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5

		<p>режиме М. Ультразвуковая визуализация в режиме С. Доплерография и доплеровские шумы.</p> <p>Принципы доплеровского измерения скорости кровотока. Доплеровский прибор непрерывного излучения. Импульсно-доплеровский измеритель скорости кровотока. Основы получения, обработки и реконструкции акустических изображений; принципы построения, алгоритмы и программы медицинских томографических систем; измерение и отображение потоков крови. Дифракционная томография. Акустическая голография. Акустическая микроскопия.</p>		
4	Эластография: физические основы и использование в ультразвуковой диагностики	<p>Тепловое воздействие ультразвука. Применения в терапии и хирургии. Устройство и использование акустических терапевтических приборов. Хирургия с помощью фокусированного ультразвука. Кавитация, вызываемая ультразвуком. Пороги кавитации.</p> <p>Применение ультразвука в стоматологии.</p> <p>Ударноволновые источники: электромагнитные, электроразрядные, пьезоэлектрические, лазерные. Принцип экстракорпоральной литотрипсии. Устройство и параметры современных литотриптеров.</p>	Лекции, сам.раб.	Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5
5	Практическое применение ультразвука в медицине (диагностика, терапия, хирургия)	<p>Краткая сводка свойств акустических волн, основные понятия и представления. Интеграл Рэлея как основа расчета полей ультразвуковых излучателей. Роль нелинейных акустических эффектов для ультразвуковых полей, применяемых в медицине. Источники ультразвука, применяемые в медицине. Круглый и прямоугольный поршневые излучатели. Ближнее и дальнее поля. Фокусирующие преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи, применяемые в медицине (пьезокерамические, пленочные, пьезокомпозитные,</p>	Лекции, сам.раб.	Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5

		и другие). Поглощение и рассеяние ультразвука в биологических тканях. Скорость звука в биологических тканях. Отражение волн на границах раздела сред. Отражение ультразвука от границ раздела различных видов биологической ткани.		
--	--	---	--	--

4. Образовательные технологии

При преподавании дисциплины «Ультразвуковые исследования в биологии и медицине» используются активные образовательные технологии - лекции с лабораторными демонстрациями с применением технологий интерактивного обучения (презентаций), диалогичная форма проведения лекций и самостоятельная работа аспиранта. Для активизации познавательного процесса слушателям даются задания по самостоятельной подготовке отдельных фрагментов лекций (используя вопросы из пункта 5) и проводятся групповые консультации. Самостоятельная работа аспирантов связана с применением компьютерных и информационных технологий.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы аспиранта: 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, групповых консультаций 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.

Примеры типовых контрольных вопросов:

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. 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.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

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

Приведен в приложении 1.

6.2. Описание шкал оценивания

Аттестация по дисциплине проходит в виде зачета. Для оценивания теоретических знаний, полученных в результате освоения дисциплины, проводится индивидуальное собеседование по вопросам, сформулированным в билетах к зачету (пункт 6.3).

При этом оцениваются:

- уровень теоретических знаний (понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы);
- умение использовать теоретические знания при решении практических задач;
- обоснованность, четкость, логичность и полнота ответа;
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность изложения.

Критерии оценки зачета:

зачтено - владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно выполнить ультразвуковое исследование и измерить характеристики мягких биологических тканей (фантомов).

не зачтено - непонимание смысла ключевых вопросов физики ультразвуковых волн, недостаточное владение научной терминологией в области медицинской акустики, неумение самостоятельно выполнить ультразвуковое исследование и измерить характеристики мягких биологических тканей (фантомов).

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, 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 используются:

- устное собеседование.

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

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины даны в пункте 5 настоящей рабочей программы дисциплины. Для оценки сформированности компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 служат также контрольные задания. Список типовых контрольных заданий:

Задания, участвующие в формировании части компетенции 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.

Задания, участвующие в формировании части компетенции ПК-2:

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. Допплеровский 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.
 8. Отображение информации УЗ-сканеров. Регистрация изображений.
 9. Получение трехмерных изображений. Контрастные вещества.
 10. Тканевая гармоника и контрастная гармоника.
- Задания, участвующие в формировании части компетенции ПК-3:
1. Современные проблемы медицинской акустики.
 2. Новейшие методы и технологии ультразвуковых исследований.

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

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

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), направленности 01.04.06 «Акустика»

Автор _____ доцент, к.ф.-м.н. Демин И.Ю.

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

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от _____ 2021 года, протокол № ____.

**Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина
«Ультразвуковые исследования в биологии и медицине»**

ПК – 1 Способность самостоятельно выполнять научно – исследовательские работы и получать новые научные и прикладные результаты в области акустики

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ

Профессиональная компетенция выпускника программы аспирантуры.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

ЗНАТЬ:

фундаментальные основы физики, и, в частности, акустики, а также специальные дисциплины, основные принципы и способы организации научного исследования в области акустики.

УМЕТЬ:

составлять план работы по заданной теме, анализировать получаемые результаты, составлять отчёты о научно-исследовательской работе

ВЛАДЕТЬ:

физическими методами исследований в выбранной области акустики, базовыми информационными и коммуникационными технологиями, применяемыми для проведения исследования в области акустики для сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления результатов.

Планируемые результаты обучения* (показатель и достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: современное состояние науки в области акустики	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области акустики	Неполные представления о современном состоянии науки в области акустики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области акустики	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области акустики
ЗНАТЬ: современные подходы к моделированию различных явлений в области акустики и оценке полученных результатов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области акустики и оценке полученных результатов	В целом успешные, но несистемные представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области акустики и оценке полученных	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области акустики и оценке полученных	Сформированные систематические представления о современных подходах к моделированию различных явлений в области акустики и оценке полученных результатов

			результатов	результатов	
ЗНАТЬ: нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР	Неполные представления о нормативных документах для составления заявок, грантов, проектов НИР	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР	Сформированные систематические знания нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР
УМЕТЬ: готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР в области акустики	Отсутствие умений	Умение готовить отдельные материалы для заявки на получение научных грантов по поручению научного руководителя	В целом успешное, но не систематическое использование умения готовить заявки на получение научных грантов и заключения контрактов по НИР	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным требованиям	Сформированное умение готовить предложения по тематике и плану реализации исследовательских проектов; обосновывать предложения с точки зрения реалистичности сроков, трудозатрат и ресурсной обеспеченности; оформлять проект согласно установленным требованиям
ВЛАДЕТЬ: методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности «Акустика»	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение методов планирования, подготовки и проведения НИР, анализа и обсуждения полученных данных	В целом успешное, но не систематическое применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировка выводов по результатам НИР	Успешное и систематическое применение методов планирования, подготовки и проведения НИР и анализа и обсуждения экспериментальных данных; формулировка выводов и рекомендаций по результатам НИР
ВЛАДЕТЬ: навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности «Акустика»	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки	В целом успешное, но не систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки	Успешное и систематическое применение навыков составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности подготовки

ПК – 2 Способность самостоятельно ставить научные задачи и формулировать новые идеи в области акустики

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ

Профессиональная компетенция выпускника программы аспирантуры.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

ЗНАТЬ:

основы экспериментальной работы на современном акустическом оборудовании, направления и методы научно-исследовательской деятельности в области акустики.

УМЕТЬ:

выявлять и формулировать проблемы в области акустики, анализировать научно-исследовательскую информацию и обобщать опыт по тематике исследования

ВЛАДЕТЬ:

навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования, навыками проведения экспериментов с применением современных методов.

Планируемые результаты обучения* (показатель и достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: современное состояние исследований в области акустики	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области физики и акустики	Неполные представления о современном состоянии науки в области физики и акустики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современном состоянии науки в области физики и акустики	Сформированные систематические представления о современном состоянии науки в области физики и акустики
ЗНАТЬ: методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области акустики	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Общие, но не структурированные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области акустики	Сформированные системные знания методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области акустики
УМЕТЬ: определять наиболее	Отсутствие умений	Частично освоенное	В целом успешное, но не	В целом успешное, но содержащее	Сформированное умение

актуальные направления исследований		умение определять наиболее актуальные направления исследований	систематическое умение определять наиболее актуальные направления исследований	отдельные пробелы умение определять наиболее актуальные направления исследований	определять наиболее актуальные направления исследований
УМЕТЬ: самостоятельно формулировать новые научные задачи в области акустики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки в области акустики и этапов профессионального роста	Отсутствие навыков	Имеет базовые представления о тенденциях развития науки в области акустики и этапах профессионального роста, не способен сформулировать новые научные задачи в области акустики и предполагаемые методы их решения	При формулировке новых научных задач в области акустики не учитывает тенденции развития науки и индивидуально-личностные особенности	Формулирует новые научные задачи в области акустики, исходя из тенденций развития науки и индивидуально-личностных особенностей, но не полностью учитывает возможные этапы профессиональной деятельности	Готов и умеет формулировать новые научные задачи в области акустики и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей
ВЛАДЕТЬ: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач в области акустики	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	В целом успешное, но не систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Успешное и систематическое применение технологий критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач
ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области акустики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение отдельными навыками анализа акустических задач, отдельными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	В целом успешное, но не систематическое владение основными навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области акустики; основными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области акустики; основными навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов	Успешное и систематическое владение навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области акустики; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов

ПК – 3 Способность представлять полученные результаты научному сообществу и широкой общественности в доступной форме

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ

Тип КОМПЕТЕНЦИИ

Профессиональная компетенция выпускника программы аспирантуры.

ПОРОГОВЫЙ (ВХОДНОЙ) УРОВНЬ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ТРЕБУЕМЫЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся, приступивший к освоению программы аспирантуры должен:

ЗНАТЬ:

основные подходы к оценке результатов научного исследования, основные формы научной коммуникации.

УМЕТЬ:

критически оценивать полученную информацию и результаты, использовать современные компьютерные средства подготовки презентаций.

ВЛАДЕТЬ:

способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и английском языках.

Планируемые результаты обучения* (показатель и достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: требования к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Общие представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие однократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях	Сформированные представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях
УМЕТЬ: самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	В целом успешное, но не систематическое использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования	Сформированное умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования
УМЕТЬ: представлять научные результаты по теме	Отсутствие умений	Фрагментарное использование методов	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные	Сформированное умение использовать

диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях		подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	пробелы использования методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях
УМЕТЬ: представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Отсутствие умений	Умение представлять результаты НИР узкому кругу специалистов	В целом успешное, умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому сообществу	Успешное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу	Сформированное умение представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу
ВЛАДЕТЬ: навыками и способами представления данных исследования научному сообществу в понимаемой форме	Отсутствие умений	Неполное владение навыками и способами представления данных исследования научному сообществу в	В целом успешное владение навыками и способами представления данных исследования научному сообществу	Успешное умение владение навыками и способами представления данных исследования научному сообществу	Успешное и систематическое владение навыками и способами представления данных исследования научному сообществу