

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**  
**Современные проблемы акустики океана**

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 «Современные проблемы акустики океана» относится к числу профессиональных дисциплин, является дисциплиной выбора основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ННГУ и изучается на 2 году обучения, в 3 семестре.

**Целями освоения дисциплины «Современные проблемы акустики океана» являются:**

- изучение и углубление физических основ теории распространения волн в неоднородных средах на примере распространения звуковых волн в океане;
- ознакомление с современными проблемами в области акустики океана, наглядная интерпретация современных принципов анализа явлений в океанической среде.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования в ходе изучения курсов «Общая акустика», «Акустика океана», «Распространение звука в океане: теория и приложения».

В процессе изучения дисциплины аспиранты должны приобрести знания по современным проблемам океанологии и по основным современным методам расчета полей гидроакустического типа в неоднородных средах. От аспирантов требуется умение делать оценки применительно к реальным физическим ситуациям.

Знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Современные проблемы акустики океана», 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  |
|-----------------------------|--|
| <i>ПК-1<br/>базовый</i>     | <i>З1 Знать современное состояние науки в области акустики океана</i><br><i>З2 Знать нормативные документы для составления заявок, грантов, проектов НИР</i><br><i>В1 Владеть навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности «Акустика», в области акустики природных сред</i>   |
| <i>ПК-2<br/>базовый</i>     | <i>З1 Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с области акустики океана</i><br><i>У1 Уметь самостоятельно формулировать новые научные задачи в области акустики океана и предполагаемые методы их решения, исходя из тенденций развития науки и этапов профессионального роста</i><br><i>В1 Владеть навыками самостоятельной постановки, критического переосмысления и решения новых задач в области акустики океана; навыками использования современных средств вычислительной техники для расчетов</i> |
| <i>ПК-3<br/>базовый</i>     | <i>З1 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</i><br><i>У1 Уметь самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования в области акустик океана</i><br><i>В1 Владеть навыками и способами представления данных исследования научному сообществу в понимаемой форме</i>   |

### 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   |         |       |                            |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       | Самостоятельная работа обучающегося, часы |         |  |
|---|--------------------------|---------|-------|---|---------|-------|----------------------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|--------------|---------|-------|---|---------|--|
|   |                          |         |       | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы |         |       |                            |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |   |         |  |
|   |                          |         |       | из них  |         |       |                            |         |       |              |         |       |              |         |       |              |         |       |   |         |  |
|   | 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 | Очная | Очно-заочная                              | Заочная |  |
| Элементы океанологии: основные физические характеристики океана, влияющие на формирование акустических поля | 6                        |         |       | 2   |         |       |                            |         |       |              |         |       |              |         | 2     |              |         | 4     |   |         |  |
| Современная лучевая теория распространения звука в океане   | 10                       |         |       | 2   |         |       |                            |         |       |              |         | 2     |              |         | 4     |              |         | 6     |   |         |  |
| Особенности отражение звуковых волн от границ водного слоя - поверхности и дна океана.                      | 12                       |         |       | 2   |         |       |                            |         |       |              |         | 4     |              |         | 6     |              |         | 6     |   |         |  |
| Модели мелкого моря и особенности расчета полей в данных условиях   | 14                       |         |       | 4   |         |       |                            |         |       |              |         | 2     |              |         | 6     |              |         | 8     |   |         |  |
| Распространения звука в глубоком море   | 12                       |         |       | 4   |         |       |                            |         |       |              |         | 2     |              |         | 6     |              |         | 6     |   |         |  |
| Современные методы расчета звуковых полей в слоисто-неоднородных и переменных по трассе волноводах          | 14                       |         |       | 4   |         |       |                            |         |       |              |         | 4     |              |         | 8     |              |         | 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     | Элементы океанологии: основные физические характеристики океана, влияющие на формирование акустических поля | 1.1. Стратификация океана. Типичные вертикальные профили скорости звука и солёности.<br>1.2. Затухание и рассеяние звука в море. Основные эмпирические формулы для коэффициентов затухания и рассеяния в различных частотных диапазонах.<br>1.3. Физические характеристики поверхности и дна океана.<br>1.4. Мелкомасштабные и крупномасштабные неоднородности океана, собственные и технические акустические шумы | Лекции, сам.раб.         | Устный опрос по вопросам из пункта 5                         |
| 2     | Современная лучевая теория распространения звука в океане   | 2.1. Рефракция лучей в слоистой среде. Трёхмерная рефракция.<br>2.2. Виды аппроксимаций скорости звука.<br>2.3. Каустики и зоны тени.<br>2.4. Приближение ВКБ для плоскослоистой среды.  | Лекции, сам.раб.         | Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5 |
| 3     | Особенности отражение звуковых волн от границ водного слоя - поверхности и дна океана.                      | 3.1. Формулы Френеля.<br>3.2. Методы расчета для коэффициентов отражения и прохождения от слоистого дна.<br>3.3. Поле точечного источника, расположенного вблизи импедансного дна. Метод стационарной фазы.  | Лекции, сам.раб.         | Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5 |
| 4     | Модели мелкого моря и особенности расчета полей в данных условиях   | 4.1. Различные методы расчета акустического поля в условиях мелкого моря.<br>4.2. Связь между различными представлениями поля в однородном волноводе.<br>4.5. Волновод Пекериса – как пример адекватной модели для описания основных эффектов в условиях мелкого моря.   | Лекции, сам.раб.         | Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5 |
| 5     | Распространения звука в глубоком море   | 5.1. Канонический подводный звуковой канал – модель Манка.<br>5.2. Интегральное представление поля в ПЗК.  | Лекции, сам.раб.         | Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5 |
| 6     | Современные методы расчета звуковых полей в слоисто-неоднородных и переменных по трассе волноводах          | 6.1. Адиабатическое приближение. Примеры использования лучевого инварианта.<br>6.2. Метод Барриджа-Вайнберга<br>6.3. Метод параболического уравнения.  | Лекции, сам.раб.         | Групповые консультации, устный опрос по вопросам из пункта 5 |

#### **4. Образовательные технологии**

При преподавании дисциплины «Современные проблемы акустики океана» 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. Плоские и сферические волны.
2. Траектория луча в плоскослоистой среде.
3. Интенсивность звука, фактор фокусировки, каустики.
4. Уравнение переноса и уравнение эйконала.
5. Приближение ВКБ.
6. Формулы Френеля.
7. Полное внутреннее отражение на границе.
8. Звуковое поле точечного источника, расположенного вблизи свободной поверхности.
9. Поле точечного источника, расположенного вблизи дна.
10. Интегральное представление поля в слое.
11. Представление поля в слое в виде нормальных мод. Коэффициенты возбуждения. Затухающие и распространяющиеся моды. Концепция Бриллюэна.
12. Канонический подводный звуковой канал.
13. Коэффициент захвата энергии в ПЗК.
14. Выражение для поля точечного источника в ПЗК в виде суммы нормальных волн.
15. Примеры использования лучевого инварианта.
16. Метод Барриджа-Вайнберга - горизонтальные лучи и вертикальные моды.
17. Метод параболического уравнения.

## **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 применять простейшие методы расчета акустических полей в модельных задачах акустики океана

**не зачтено** - непонимание смысла ключевых вопросов акустики океана, недостаточное владение научной терминологией в области акустики и статистической радиофизики, незнание простейших методов расчета акустических полей в модельных задачах акустики океана

**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. Уравнение Гельмгольца в однородном и неоднородном океане
2. Рефракция лучей в слоистой среде: закон Снелля, радиус кривизны и кривизна луча.
3. Интенсивность звука, фактор фокусировки, каустики.
4. Геометроакустическое приближение. Алгоритм расчета акустического поля точечного источника в трехмерно-неоднородном океане.
5. Приближение ВКБ для плоскостойкой среды.
6. Коэффициенты отражения и прозрачности на границе двух жидких сред.
7. Отражение плоской звуковой волны от жидкого слоистого дна.
8. Звуковое поле точечного источника, расположенного вблизи свободной поверхности.
9. Поле точечного источника, расположенного вблизи дна.
10. Лучевое представление поля точечного источника в однородном изоскоростном слое.
11. Интегральное представление поля в слое.
12. Представление поля в слое в виде нормальных мод.

Задания, участвующие в формировании части компетенции ПК-2:

1. Коэффициенты возбуждения. Затухающие и распространяющиеся моды.
2. Связь между различными представлениями поля в однородном волноводе.
3. Распространение звуковых волн в двуслойной жидкости (волновод Пекериса).
4. Модель глубокого моря. Канонический подводный звуковой канал – модель Манка.
5. Коэффициент захвата энергии в ПЗК.
6. Выражение для поля точечного источника в ПЗК в виде суммы нормальных волн.
7. Интегральное представление поля в ПЗК.
8. Метод поперечных сечений.
9. Адиабатическое приближение.
10. Метод Барриджа-Вайнберга.
11. Звуковое поле в клиновидной области.
12. Метод параболического уравнения.

Задания, участвующие в формировании части компетенции ПК-3:

1. Современные проблемы акустики океана.
2. Глобальное потепление, «климат» Мирового океана и проект глобального акустического мониторинга океана.



### **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. Бреховских Л.М., Лысанов Ю.П. Теоретические основы акустики океана. М.: Наука, 2007. - 370 с.
2. Иванов В. А., Показеев К. В., Шрейдер А. А. Основы океанологии: Учебное пособие. М.: Лань, 2008. – 576 с.
3. Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика неоднородных сред. В 2 тт. Основы теории отражения и распространения звука. Т.1. 2007. -443 с.

б) дополнительная литература:

1. Бреховских Л.М., Гончаров В.В. Введение в механику сплошных сред (в приложении к теории волн). М.: Наука, 1982. - 335 с.
3. Акустика в задачах. Учебное руководство. / Под ред. С.Н.Гурбатова и О.В.Руденко. М.: Физматлит, 2009. - 336 с.
4. Акустическая океанография: Основы и применения. М.: Мир, 1980. – 582 с.

## **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. Прончатов - Рубцов Н.В.

Рецензент \_\_\_\_\_ зав. кафедрой распространения радиоволн и радиоастрономии, профессор, д.ф.-м.н.  
Гавриленко В.Г.

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  
«Современные проблемы акустики океана»**

**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:<br>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:<br>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, а также 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:<br>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:<br>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.

| <b>Планируемые результаты обучения*</b> (показатель и достижения заданного уровня освоения компетенций)   | <b>Критерии оценивания результатов обучения</b> |  |   |  |  |
|---|---|--|---|--|--|
|   | 1   | 2  | 3   | 4  | 5  |
| <b>ЗНАТЬ:</b><br>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   |
| <b>ЗНАТЬ:</b><br>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 |
| <b>УМЕТЬ:</b><br>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:<br>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:<br>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:<br>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.

| <b>Планируемые результаты обучения* (показатель и достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>               | <b>Критерии оценивания результатов обучения</b> |  |   |  |   |
|---|---|--|---|--|---|
|   | 1   | 2  | 3   | 4  | 5   |
| <b>ЗНАТЬ:</b><br>требования к содержанию и правила 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 |
| <b>УМЕТЬ:</b><br>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  |
| <b>УМЕТЬ:</b>   | Отсутствие                                      | Фрагментарное  | В целом   | В целом успешное,  | Сформированное  |

|   |                   |  |  |  |   |
|---|-------------------|--|--|--|---|
| представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях | умений            | использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях | успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях | но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях | умение использовать 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        |