

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**

**Локализация энергии в дискретных волновых системах**

**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 «Локализация энергии в дискретных волновых системах» относится к числу общепрофессиональных дисциплин вариативной части основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ННГУ и изучается на 3 году обучения, в 5 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования, полученные в рамках дисциплин «Теория колебаний», «Теоретическая механика».

## 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 осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- способность представлять полученные результаты научному сообществу и широкой общественности в доступной форме (ПК-3).

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 завершающий	<i>З1 Знать современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности</i> <i>У1 Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</i> <i>В1 Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</i>
ПК-3 базовый	<i>З1 Знать требования к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</i> <i>У1 Уметь представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях</i> <i>В1 Владеть навыками и способами представления данных исследования научному сообществу в понимаемой форме</i>

### 3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 4 часа мероприятия по аттестации), 72 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (18 часов составляет выполнение лабораторной работы).

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				
Динамика изолированного осциллятора	10			4											4			6			
Динамика линейных цепочечных систем	10			4											4			6			
Основные свойства дискретных брызеров в нелинейных цепочечных системах	10			4											4			6			
Методы численного отыскания и конструктивное доказательство существования дискретных брызеров	14			5											5			9			
Дискретное нелинейное уравнение Шрёдингера (ДНУШ)	14			5											5			9			
Устойчивость бегущей волны в ДНУШ	14			5											5			9			
Условия и характеристики	14			5											5			9			

модуляционной неустойчивости бегущей волны в ДНУШ																			
Лабораторная работа «Модуляционная неустойчивость и дискретные бризеры»	18																18		
<b>Промежуточная аттестация</b>																			
<b>Зачет – 4 часа</b>																			
<b>Итого</b>	108			32											32			72	

### Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля
1.	Динамика изолированного осциллятора	1. Динамика гармонического осциллятора 2. Динамика нелинейного осциллятора	Лекции, сам. раб.	
2.	Динамика линейных цепочечных систем	1. Дисперсионное соотношение линейной цепочечной системы типа Клейна-Гордона 2. Виды решения в зоне, выше и ниже зоны бегущих волн	Лекции, сам. раб.	
3.	Основные свойства дискретных бризеров в нелинейных цепочечных системах	1. Асимптотика «хвостов» дискретного бризера 2. Одночастичное приближение для оценки частоты дискретного бризера	Лекции, сам. раб.	
4.	Методы численного отыскания и конструктивное доказательство существования дискретных бризеров	1. Специфика метода секущей Пуанкаре для консервативных систем 2. Построение дискретных бризеров методом непрерывного продолжения из антиконтинуального предела	Лекции, сам. раб.	Опрос
5.	Дискретное нелинейное уравнение Шрёдингера (ДНУШ)	1. Метод усреднения для нелинейной цепочки типа Клейна-Гордона и вывод ДНУШ 2. Бегущая волна как точное	Лекции, сам. раб.	

		решение ДНУШ		
6.	Устойчивость бегущей волны в ДНУШ	1. Линеаризация уравнений движения в окрестности бегущей волны  2. Исследование линеаризованной системы на устойчивость	Лекции, сам.раб.	
7.	Условия и характеристики модуляционной неустойчивости бегущей волны в ДНУШ	1. Анализ условий устойчивости бегущей волны в ДНУШ  2. Преимущественный пространственный масштаб модуляционной неустойчивости, скорость распространения пакетов  3. Развитие модуляционной неустойчивости и формирование дискретных бризеров	Лекции, сам.раб.	
8.	Лабораторная работа «Модуляционная неустойчивость и дискретные бризеры»	По учебно-методическому пособию [5] (см. разд. 7 настоящей Программы)	лабораторная работа	Защита отчета о лабораторной работе

#### 4. Образовательные технологии

Выполнение компьютерной лабораторной работы «Модуляционная неустойчивость и дискретные бризеры» способствует формированию компетенций ОПК-1 (Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий и ПК-3 (Способность представлять полученные результаты научному сообществу и широкой общественности в доступной форме).

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

(а) Текущая организация самостоятельной работы студентов во время учебного семестра обеспечивается консультациями в ходе выполнения лабораторной работы. При выполнении работы студенты пользуются пособиями [4,5]. К зачету по дисциплине студенты представляют отчет о выполнении лабораторной работы.

(б) Контрольные вопросы для проведения текущего контроля (в форме опроса) и промежуточной аттестации в ходе освоения дисциплины

1. Нелинейный осциллятор с мягкой и жесткой нелинейностью. Отыскание зависимости частоты (периода) колебаний от энергии осциллятора в приближении Ван-дер-Поля.
2. Линейные цепочечные системы. Дисперсионные уравнения для распространяющихся гармонических волн и колебательных решений, экспоненциальных по пространственной координате.
3. Поток энергии в линейных цепочках в распространяющейся волне, в экспоненциально-локализованном колебательном решении и в суперпозиции решений.
4. Понятие дискретного бризера (ДБ) – пространственно-локализованного колебательного решения. Необходимые условия существования ДБ. Дискретность и нелинейность как физические предпосылки существования ДБ.
5. Отыскание количественных характеристик ДБ. Зависимость показателя экспоненциальной асимптотики пространственной локализации ДБ от его частоты. Расчет зависимости частоты ДБ от его энергии в рамках одночастичного приближения, область применимости этого приближения, истинный вид этой зависимости (численный результат без использования одночастичного приближения).
6. Метод секущей Пуанкаре для отыскания периодических решений. Модификация метода Пуанкаре для систем с интегралом движения (в частности, с сохраняющейся энергией).
7. Построение ДБ в цепочках конечной длины методом непрерывного продолжения решения по параметру связи, начиная от случая нулевой связи (антиконтинуального предела). Проверка условий теоремы о неявных функциях для отображения в себя подмногообразия секущей Пуанкаре.
8. Обоснование замыкания фазовой траектории, соответствующей неподвижной точке отображения в себя подмногообразия секущей Пуанкаре, в конечном интервале изменения параметра. Достаточное условие существования ДБ в цепочке из конечного числа осцилляторов. Его согласование с необходимым условием существования ДБ.
9. Вывод дискретного нелинейного уравнения Шрёдингера (DNLS) в рамках приближения Ван-дер-Поля (медленно меняющихся амплитуд) из уравнений движения цепочки связанных осцилляторов. Условия применимости приближения.
10. Бегущая волна как точное решение DNLS. «Нелинейное дисперсионное соотношение». Его согласование с точным дисперсионным соотношением линейной системы.
11. Линеаризация DNLS в окрестности бегущей волны. Линеаризованные уравнения динамики «дискретной огибающей» (малых добавок к комплексной амплитуде волны).

12. Метод исследования на устойчивость состояния равновесия в линейных уравнениях с комплексными переменными и его обоснование.

13. Анализ линейных уравнений дискретной огибающей на устойчивость. Получение выражения для показателя экспоненты нарастания (инкремента) дискретной огибающей.

14. Анализ выражения для инкремента дискретной огибающей. Условия модуляционной неустойчивости. Отыскание преимущественного пространственного масштаба неустойчивости (волнового числа огибающей, имеющей наибольший инкремент).

## **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***

Предусмотрена процедура аттестации обучающихся в форме зачета в конце семестра. Зачет включает защиту отчета о лабораторной работе и устный опрос по контрольным вопросам (п. 6.3). Отводимое на подготовку ответов время – около 1 академического часа. Шкала оценивания имеет два значения: зачет, незачет. Итоговый контроль сформированности компетенций в виде знаний обеспечивается ответами на контрольные вопросы, в виде умений и навыков – защитой отчета о лабораторной работе.

*Критерии оценок:*

Зачтено	Обучающийся после подготовки с использованием конспекта лекций может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, знает основные понятия и определения из материала дисциплины.
Не зачтено	Студент после подготовки с использованием конспекта лекций не может последовательно изложить ответ на контрольный вопрос, либо не знает основные понятия и определения из материала дисциплины.

### ***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 ОПК-1, ПК-3 служат также контрольные задания. Список типовых контрольных заданий:

Задания, участвующие в формировании части компетенции ОПК-1:

1. Нелинейный осциллятор с мягкой и жесткой нелинейностью. Отыскание зависимости частоты (периода) колебаний от энергии осциллятора в приближении Ван-дер-Поля.

2. Линейные цепочечные системы. Дисперсионные уравнения для распространяющихся гармонических волн и колебательных решений, экспоненциальных по пространственной координате.

3. Поток энергии в линейных цепочках в распространяющейся волне, в экспоненциально-локализованном колебательном решении и в суперпозиции решений.

4. Понятие дискретного бризера (ДБ) – пространственно-локализованного колебательного решения. Необходимые условия существования ДБ. Дискретность и нелинейность как физические предпосылки существования ДБ.

5. Отыскание количественных характеристик ДБ. Зависимость показателя экспоненциальной асимптотики пространственной локализации ДБ от его частоты. Расчет зависимости частоты ДБ от его энергии в рамках одночастичного приближения, область применимости этого приближения, истинный вид этой зависимости (численный результат без использования одночастичного приближения).

6. Метод секущей Пуанкаре для отыскания периодических решений. Модификация метода Пуанкаре для систем с интегралом движения (в частности, с сохраняющейся энергией).

7. Построение ДБ в цепочках конечной длины методом непрерывного продолжения решения по параметру связи, начиная от случая нулевой связи (антиконтинуального предела). Проверка условий теоремы о неявных функциях для отображения в себя подмногообразия секущей Пуанкаре.



8. Обоснование замыкания фазовой траектории, соответствующей неподвижной точке отображения в себя подмногообразия секущей Пуанкаре, в конечном интервале изменения параметра. Достаточное условие существования ДБ в цепочке из конечного числа осцилляторов. Его согласование с необходимым условием существования ДБ.

9. Вывод дискретного нелинейного уравнения Шрёдингера (DNLS) в рамках приближения Ван-дер-Поля (медленно меняющихся амплитуд) из уравнений движения цепочки связанных осцилляторов. Условия применимости приближения.

10. Бегущая волна как точное решение DNLS. «Нелинейное дисперсионное соотношение». Его согласование с точным дисперсионным соотношением линейной системы.

11. Линеаризация DNLS в окрестности бегущей волны. Линеаризованные уравнения динамики «дискретной огибающей» (малых добавок к комплексной амплитуде волны).

12. Метод исследования на устойчивость состояния равновесия в линейных уравнениях с комплексными переменными и его обоснование.

13. Анализ линейных уравнений дискретной огибающей на устойчивость. Получение выражения для показателя экспоненты нарастания (инкремента) дискретной огибающей.

14. Анализ выражения для инкремента дискретной огибающей. Условия модуляционной неустойчивости. Отыскание преимущественного пространственного масштаба неустойчивости (волнового числа огибающей, имеющей наибольший инкремент).

Задания, участвующие в формировании части компетенции ПК-3:

1. Современные вопросы в области дискретных волновых систем

#### ***6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.***

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое 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. Flach S., Gorbach A. Discrete Breathers: Advances in Theory and Applications //Physics Reports. 2008. V. 467. P. 1-116.

2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 1. Механика – М.: Физматлит, 2007. – 224 с.
3. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию колебаний и волн. – М.: Наука, 1984 (1 изд.), 1992 (2 изд.), 2002 (3 изд.).

б) дополнительная литература:

4. Канаков О.И. Флах С. Динамическая локализация энергии в решеточных системах: учебное пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. — 85 с. [http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2011/posobie\\_Kanakov\\_OI.pdf](http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2011/posobie_Kanakov_OI.pdf)
5. Канаков О.И. Модуляционная неустойчивость и дискретные бризеры: Учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. — 19 с. [http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/breathers\\_manual.pdf](http://www.rf.unn.ru/rus/ktk/sites/default/files/breathers_manual.pdf)
6. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. 3-е издание – М.: Наука, 1989. – 472 с. [4-е изд. М.: Едиториал УРСС, 2000. 5-е изд. М.: Едиториал УРСС, 2003].

в) Интернет-ресурсы и программное обеспечение

7. Канаков О.И., Флах С., Шалфеев В.Д. Введение в теорию дискретных бризеров //Изв. ВУЗов. Прикладная нелинейная динамика. 2008. Т. 16, №3. С. 112–128. <http://andjournal.sgu.ru/sites/default/files/2008no3p112.pdf>
8. Подборка статей С. Флаха (S. Flach) по дискретным бризерам <http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~flach/html/dbreather.html>
9. JAVA – приложение для моделирования дискретного бризера (автор А. Мирошниченко) [http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~andreym/db\\_anim/db\\_anim.html](http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~andreym/db_anim/db_anim.html)

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Компьютерный класс.

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 кафедры теории колебаний и автоматического регулирования радиофизического факультета ННГУ, к. ф.-м. н. О.И. Канаков

Рецензент \_\_\_\_\_ вед. науч. сотр. ИИТММ, д. ф.-м. н. Иванченко М.В.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д. ф.-м. н., проф. Матросов В.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от \_\_\_\_\_ 2021 года, протокол № \_\_\_\_\_.

**Карты компетенций, в формировании которых участвует дисциплина  
ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий**

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЕТЕНЦИИ**

**Тип КОМПЕТЕНЦИИ**

Общепрофессиональная 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:**

цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов

**УМЕТЬ:**

составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты

**ВЛАДЕТЬ:**

систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме.

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но не систематические представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы, представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности	Сформированные представления о современных способах использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности
<b>УМЕТЬ:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-	В целом успешное, но не систематическое использование умения выбирать и использовать	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения выбирать и	Сформированное умение выбирать и использовать экспериментальные и расчетно-теоретические

теоретические методы исследования		теоретические методы для решения научной задачи	экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	использовать экспериментальные и расчетно-теоретические методы для решения научной задачи	методы для решения научной задачи
ВЛАДЕТЬ: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но не систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации	Успешное и систематическое применение навыков поиска и критического анализа научной и технической информации
ВЛАДЕТЬ: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Успешное и систематическое применение навыков планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов
ВЛАДЕТЬ: навыками представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но не систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности	Успешное и систематическое применение навыков представления и продвижения результатов интеллектуальной деятельности

### **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 (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>ЗНАТЬ:</b> 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 с представления о требованиях к содержанию и правилам оформления рукописей, наличие неоднократного опыта публикаций в рецензируемых научных изданиях
<b>УМЕТЬ:</b> самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования в области акустики	Отсутствие умений	Фрагментарное использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования в области акустики	В целом успешное, но не систематическое использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования в области акустики	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умения самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования в области акустики	Сформированное умение самостоятельно интерпретировать результаты научного исследования в области акустики
<b>УМЕТЬ:</b> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях	Отсутствие умений	Фрагментарное использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но не систематическое использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях	Сформированное умение использовать методов подготовки научных результатов к публикации в рецензируемых научных изданиях
<b>УМЕТЬ:</b> 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 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
--	----------------------	--	---	---	---