

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
(факультет / институт / филиал)

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

Рабочая программа дисциплины

Бестелесные акустические приемные и
излучающие антенны

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Автоматизация научных исследований

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина *Б1.В.ДВ.04.01* Бестелесные акустические приемные и излучающие антенны относится к части ООП направления подготовки *02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии*, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ПК-1 <i>Способность руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области информатики и информационных технологий (ФИИТ) и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности.</i>	ПК-1.1 <i>Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</i>	<i>Знание основ теории бестелесных акустических приемных и излучающих антенн. Знание основных принципов моделирования бестелесных акустических приемных и излучающих антенн</i>	<i>Собеседование, разноуровневые задачи и задания</i>
	ПК-1.2 <i>Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.</i>	<i>Умение использовать углубленные теоретические и практические знания в области бестелесных акустических приемных и излучающих антенн.</i>	<i>Собеседование, разноуровневые задачи и задания</i>
	ПК-1.3 <i>Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений</i>	<i>Умение проводить самостоятельные научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты.</i>	<i>Собеседование, разноуровневые задачи и задания</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	65
КСР	47
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	экзамен

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации и по дисциплине (модулю)	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			
Введение..	6			4											4			2		
Глава 1. Методы расчета нелинейных взаимодействий в звуковых пучках.	16			8											8			8		
Глава 2. Метод	16			8											8			8		

параболического уравнения и основные результаты линейной теории дифракции																				
Глава 3. Параметрические излучатели звука с недифрагирующими пучками волн накачки	1 2			6											6			3		
Глава 4. Различные режимы работы параметрических излучателей	5			2											2			3		
Глава 5. Приемные параметрические антенны	8			4											4			4		
В т.ч. текущий контроль	2						2						2							
Промежуточная аттестация - Экзамен																				

Содержание разделов дисциплины

Введение. Принцип работы параметрических излучателей и приемников.

Глава 1. Методы расчета нелинейных взаимодействий в звуковых пучках.

- 1.1. О малых параметрах, используемых при расчете волновых взаимодействий
- 1.2. Решение уравнений гидродинамики методом последовательных приближений
- 1.3. Расчет вторичного поля методом функций Грина. Формула Вестервельта
- 1.4. Метод медленно изменяющегося профиля и упрощенные уравнения нелинейной акустики

Глава 2. Метод параболического уравнения и основные результаты линейной теории дифракции

- 1.1. Дифракция круглых пучков с гауссовым распределением амплитуды на излучателе накачки
- 1.2. Расчет диаграмм направленности в параболическом приближении
- 1.3. Дифракция круглого пучка при равномерном распределении амплитуды на излучателе
- 1.4. Дифракция сфокусированных и дефокусированных гауссовых пучков

Глава 3. Параметрические излучатели звука с недифрагирующими пучками волн накачки

- 3.1. Общая схема расчета и решение для произвольных распределений амплитуд и фаз на преобразователе накачки
- 3.2. Форма диаграммы направленности для ВРЧ

Глава 4. Различные режимы работы параметрических излучателей

Глава 5. Приемные параметрические антенны

5.1. Неколлинеарное взаимодействие плоских акустических волн

5.2. Квазиоптическое приближение в задачах расчета характеристик нелинейных приемных антенн

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.
2. Еженедельно текст каждой прочитанной лекции предлагается студентам для стимулирования самостоятельной внеаудиторной работы.
3. Подготовка к проведению семинаров по современным проблемам радиофизики в форме внеаудиторной работы с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений.	При решении стандартных задач не	Продemonstrированы основные	Продemonstrированы все основные	Продemonstrированы все основные	Продemonstrированы все основные	Продemonstrированы все основные

	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Уровень подготовки	
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемых компетенций
1. Принцип работы параметрических излучателей звука.	ПК-1
2. Принцип работы параметрических приемников звука.	ПК-1
3. Акустические числа Маха и Рейнольдса	ПК-1
4. Малые параметры в задачах нелинейной акустики.	ПК-1
5. Уравнение Навье-Стокса. Применение метода последовательных приближений.	ПК-1
6. Неколлинеарное взаимодействие плоских акустических волн в среде без дисперсии	ПК-1
7. Расчет вторичного поля методом функций Грина	ПК-1
8. Режим Вестервельта для ПИ.	ПК-1
9. Режим Берктя для ПИ.	ПК-1
10. Диаграмма направленности параметрического излучателя звука. Влияние на ширину диаграммы затухания и дифракции волн накачки.	ПК-1
11. КПД параметрического излучателя	ПК-1
12. Широкополосность параметрических нелинейных приборов	ПК-1

5.2.2. Проведение семинаров

Для стимулирования самостоятельной работы обучающихся предусмотрено проведение интерактивных форм занятий в виде семинаров по современным проблемам радиофизики в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, т. 6. Гидродинамика. М.: Физматлит – 736 с.
2. Акустика в задачах. Учеб. рук-во. / Под ред. С.Н.Гурбатова и О.В.Руденко. М.: Наука, 2009. - 336 с
3. Гурбатов С.Н. Зайцев В.Ю., Прончатов-Рубцов Н.В. «Неклассическая» структурно-

обусловленная акустическая нелинейность: эксперименты и модели Нижний Новгород, ННГУ, Учебное пособие 2007, 223 с. <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/20.pdf>

4. Гурбатов С.Н., Демин И.Ю., Клемина А.В., Прончатов-Рубцов Н.В. Нелинейные случайные волны в средах без дисперсии (часть 1) Учебное пособие. Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2016. – 95 с. http://www.unn.ru/books/met_files/Nelinvoln_Gurb2016.pdf

б) дополнительная литература:

1. Зайцев В.Ю., Гурбатов С.Н., Прончатов-Рубцов Н.В. Нелинейные акустические явления в структурно-неоднородных средах: эксперименты и модели. Н.Новгород, Изд-во ИПФ РАН, 2009.
2. Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. М.: Физматлит, 2008. - 495 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Гурбатов С.Н., Грязнова И.Ю., Демин И.Ю., Курин В.В., Прончатов-Рубцов Н.В. Электронный задачник «Основы механики сплошных сред: гидромеханика и акустика» / Фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ, 2012. – 95 с. http://www.unn.ru/books/met_files/Zadachnic_MSS.doc

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: экран, проектор, ноутбук, колонки.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (утвержден Приказом Минобрнауки России 23.08.2017 N 811).

Автор к.ф.м.н., доцент Прончатов-Рубцов Н.В.

Рецензент д.ф.-м.н., профессор Матросов В.В.

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

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