



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра радиофизики и радиоэлектроники**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

«31» августа 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины **Б1.О.18 Волны в сплошных средах**

Направление подготовки **03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль) подготовки **Радиофизика: радиоэлектронные устройства, обработка сигналов и автоматизация**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК физического факультета

Протокол №30 от «31» августа 2021 г.

Председатель ~~\_\_\_\_\_~~ Буднев Н.М.

Рекомендовано кафедрой радиофизики и радиоэлектроники:

Протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

И.О. зав. кафедрой ~~\_\_\_\_\_~~ Колесник С.Н.

Иркутск 2021 г.

## Содержание

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО .....	3
III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	5
4.3. Содержание учебного материала .....	6
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	6
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.....	7
4.5. Примерная тематика курсовых работ .....	7
V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	7
6.2. Программное обеспечение: .....	8
6.3. Технические и электронные средства: .....	8
VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	8
VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	8

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели:** дать студентам основные представления о физике твердого тела, гидродинамики, газодинамики и теории плазмы и, главным образом, механизмах возникновения колебаний и волн в этих средах.

**Задачи:** научить студентов основам физики сплошных сред и волновой физики, а также дать представление о современных проблемах в этих областях.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина (модуль) Б1.О.19. Волны в сплошных средах относится к обязательной части программы.

Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, теория колебаний.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: распространение электромагнитных волн, излучение и распространение радиоволн.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки **03.03.03 Радиофизика**.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
<i>ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.</i>	<i>ИДК ОПК1.1. Применяет базовые знания в области физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач.</i>	<b>Знать:</b> основные понятия волновых процессов и явлений <b>Уметь:</b> записывать и решать основные волновые уравнения <b>Владеть:</b> терминологией физики волновых процессов

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов,

Форма промежуточной аттестации: экзамен

##### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Практическое занятие	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение	4	10,2		4	2	0,2	4	Устный опрос, работа у доски
2	Тема 2. Основы теории волн	4	16,2		8	4	0,2	4	
3	Тема 3. Волны в гидродинамике	4	22,2		12	6	0,2	4	
4	Тема 4. Волны в плазме	4	16,2		8	4	0,2	4	
5	Тема 5. Нелинейные волны	4	16,2		8	4	0,2	4	

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 1. Введение	Работа с учебником, справочной литературой, первоисточниками, конспектом	1-3 нед.	4	Устный контроль	
2	Тема 2. Основы теории волн		4-7 нед.	4		
3	Тема 3. Волны в гидродинамике		8-13 нед.	4		
4	Тема 4. Волны в плазме		14-17 нед.	4		
5	Тема 5. Нелинейные волны		18-20 нед.	4		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>20</b>		

### 4.3. Содержание учебного материала

1. Введение
  1. Понятие о сплошной среде. Твердое тело, жидкость, газ, плазма, поле. Число Кнудсена. Область приложений и современные проблемы механики сплошных сред.
  2. Твердое тело. Деформация. Закон Гука. Простейшие примеры деформаций.
  3. Волны в твердом теле. Продольные волны в стержне. Поперечные колебания струны. Волновое уравнение.
2. Основы теории волн
  4. Каноническое волновое уравнение. Примеры решений: стоячие волны, бегущие волны, формальное решение. Граничные условия.
  5. Дисперсионное уравнение. Волновое число. Фазовая скорость.
  6. Распространение волнового пакета. Групповая скорость.
3. Основы гидродинамики
  7. Основы гидродинамики. Подходы к описанию движения жидкости по Эйлеру и Лагранжу. Система уравнений гидродинамики. Полнота системы уравнений. Стационарное течение. Формула Бернулли.
  8. Потенциальное и вихревое течение идеальной несжимаемой жидкости.
  9. Волны на поверхности жидкости. Волны на глубокой воде. Волны на мелкой воде.
  10. Волны на границе раздела сред. Неустойчивость Рэлея-Тейлора.
  11. Движение сжимаемой жидкости (газа). Основы акустики. Звуковые волны. Внутренние гравитационные волны.
4. Основы магнитной гидродинамики
  12. Основы теории плазмы как сплошной среды. Условие квазинейтральности. Радиус Дэбая. Плазменная частота.
  13. Плазма в электрических и магнитных полях. Траектории частиц. Дрейф плазмы.
  14. Волны в плазме. Ионно-звуковые волны. Магнитный звук. Альфвеновские волны.
  15. Затухание Ландау.
  16. Движение вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Примеры простейших течений вязкой жидкости.
  17. Принцип подобия. Число Рейнольдса. Формула Стокса.
5. Современные проблемы теории волн в сплошных средах
  18. Нелинейные волны Римана. Разрывы.
  19. Нелинейные волны в диссипативной среде. Уравнение Бюргерса. Ударные волны. Примеры решений.
  20. Нелинейные волны в дисперсионной среде. Уравнение КдФ. Понятие солитона.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1.	Основы теории волн	2		Устный контроль, работа у доски	ОПК-1, ИДК <i>опк1.1</i>
2	Тема 2.	Волновые уравнения	4			
3	Тема 3.	Гидродинамика	6			
5	Тема 4.	Волны в плазме	4			
6	Тема 5.	Нелинейные волны	4			

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	Тема 1.	Осмысление материала лекций.	ОПК-1	<i>ИДК ОПК1.1</i>
2	Тема 2.	Осмысление материала лекций.		
3	Тема 3.	Осмысление материала лекций.		
4	Тема 4.	Осмысление материала лекций.		
5	Тема 5.	Осмысление материала лекций.		

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в проработке лекционных конспектов и анализе практических задач.

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ

Выполнение курсовых работ не предусмотрено учебным планом

### У.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### а) перечень литературы

1. Колебания и волны, Дубнищев Ю.Н., издательство «Лань», 2021, 384 с., 978-5-8114-1183-2 (<https://e.lanbook.com/book/210578>)
2. Механика сплошных сред. Ч. 1: Гидродинамика: учебное пособие, Ханефт А.В., Кемеровский государственный университет, 2018, 123 с., 978-5-8353-2283-1 (<https://e.lanbook.com/book/111475>)
3. Основы физики плазмы, Голант В. Е., Жилинский А. П., Сахаров И. Е., издательство «Лань», 2021, 448 с., 978-5-8114-1198-6 (<https://e.lanbook.com/book/210629>)

#### б) периодические издания

#### в) список авторских методических разработок

#### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковые системы Google, Yandex.
2. Электронные ресурсы доступные по логину и паролю, предоставляемые Научной библиотекой ИГУ.

### УІ.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Класс ЭВМ, аудитория 317, оснащенная вычислительной техникой, специальным ПО и свободным доступом в сеть Internet.

## 6.2. Программное обеспечение:

- 1) Пакет SageMat
- 2) Пакет MatLab

## 6.3. Технические и электронные средства:

В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующих программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На лекциях используются активные методы обучения (компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций). Практические занятия с решением практических задач у доски.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Текущий контроль осуществляется путем устного опроса студентов на практических занятиях, а также решением задач студентами у доски.

Примерный вариант задач для решения на практических занятиях:

- 1) Определить длину волны, распространяющуюся в недиспергирующей среде с периодом 2 с и фазовой скоростью 10 м/с
- 2) Определить ширину первой зоны Френеля для акустических волн в воздухе, если расстояние между источником и приемником 1 км

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена по билетам.

Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенции ОПК-1:

- 1) Название наибольшего значения плазменной частоты в ионосфере?
  - a) ленгмюровская
  - b) критическая
  - c) гирочастота
  - d) верхнегибридная
- 2) Название круга физических явлений, обусловленных зависимостью фазовой скорости волны от частоты или волнового вектора?
  - a) диссипация
  - b) нелинейность
  - c) автоволны
  - d) дисперсия
- 3) Название локализованного в пространстве волнового возмущения, состоящего из близких по спектру бегущих волн?
  - a) волновой пакет
  - b) волновой фронт
  - c) импульс
  - d) солитон
- 4) Одно из основных уравнений гидродинамики, аналог второго закона Ньютона?
  - a) уравнение Бюргера
  - b) уравнение Кортевега-де-Фриза
  - c) уравнение Эйлера



d) уравнение Рим  
**Разработчик:**  доцент, Безлер И.В.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учитывает рекомендации ПООП по направлению и профилю подготовки **03.03.03 Радиопизика**.

Программа рассмотрена на заседании кафедры радиопизики и радиоэлектроники «30» августа 2021 г. протокол № 1

И.О. зав. кафедрой  Колесник С.Н.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*