




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП Короченцев В.И.  
«Акустика»  
Название образовательной программы

 Короченцев В.И.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 16 » апреля 2019г.



Короченцев В.И.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 16 » апреля 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Акустика**

03.06.01 Физика и астрономия

профиль «Акустика»

Форма подготовки (очная)

курс  2  семестр  4   
лекции  18  час. /  0,5  з.е.  
практические занятия  18  час. /  0,5  з.е.  
лабораторные работы  0  час. /   з.е.  
с использованием МАО лек.  6  /пр.  8  /лаб.  0  час.  
всего часов контактной работы  36  час.  
в том числе с использованием МАО  14  час., в электронной форме   час.  
самостоятельная работа  162  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  18  час.  
курсовая работа / курсовой проект   семестр  
зачет   семестр  
экзамен  4  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.06.2014 № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры приборостроения, протокол № 8 от «16» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой приборостроения: Короченцев В.И.  
Составители: Короченцев В.И., Сальникова Е.Н., Сошина Н.С.

**Оборотная сторона титульного листа программы**

**I. Программа пересмотрена на заседании кафедры приборостроения:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.И. Короченцев  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Программа пересмотрена на заседании кафедры приборостроения:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.И. Короченцев  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Акустика» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Акустика». Образовательная программа «Акустика» входит в вариативную часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 часов (6 з.е.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа аспиранта (190, в том числе, 18 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Акустика».

В дисциплине «Акустика» излагаются основы физической постановки задач акустики и прикладные аспекты использования принципов акустики. Приводятся методы расчета и особенности построения параметрических излучающих и приемных антенн, особенности их экспериментального исследования и их место в составе комплексных акустических систем наблюдения. Даются сведения о способах построения акустических систем различного назначения с режимами параметрического излучения и приема. Также в дисциплине приводятся сведения об использовании явлений, связанных с эффектами нелинейной акустики в ряде акустических технологических процессах обработки твердого тела.

Изучение дисциплины «Акустика» требует основных знаний, умений и компетенций аспиранта, связанных с другими дисциплинами ОП: «Распространение акустических и электромагнитных волн в реальных

морских условиях», «Нелинейные процессы в океане, атмосфере и земной коре».

**Цель** - Формирование представлений о современном состоянии акустики, об акустическом поле и физических свойствах акустических сигналов. Изучение особенностей распространения звука в средах с различными физическими свойствами и использования этих особенностей в практических целях.

**Задачи:**

1. Ознакомить с законами и методиками распространения и механизмами затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях.

2. Изучить взаимодействие нелинейных акустических волн. Способы возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах.

3. Электроакустические преобразователи: электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные. Электромеханические аналогии. Методы измерения характеристик акустических полей: колебательной скорости, акустического давления, скорости распространения, поглощения, интенсивности.

Для успешного изучения дисциплины « Акустика » у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самосовершенствованию и саморазвитию в профессиональной сфере, к повышению общекультурного уровня;
- способность понимать, использовать, порождать и грамотно излагать инновационные идеи на русском языке;
- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (универсальные / общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

### Этапы формирования компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>	Знает	возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.
	Умеет	выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.
	Владеет	приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.
<p>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-</p>	Знает	основные законы физики в области акустики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах, рассеяние и дифракцию, взаимодействие с веществом и волнами другой физической природы, а так же проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов.
	Умеет	оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.
	Владеет	методами и технологиями межличностной

коммуникационных технологий		коммуникации, навыками публичной речи
ПК-1 Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых систем.	Знает	основные законы генерации, излучения и распространения упругих волн в различных средах.
	Умеет	производить выбор технических средств для генерации, измерения и применения упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами.
	Владеет	методами обработки акустических сигналов, волновых систем.
ПК-2 Готовность к разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана	Знает	тенденции развития технических средств исследования Мирового океана.
	Умеет	использовать современные микропроцессорные системы.
	Владеет	методами анализа и синтеза технических средств.
ПК-3 Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики	Знает	методики экспериментальных исследований.
	Умеет	использовать современные программно-аппаратные измерительные средства.
	Владеет	методами обработки результатов эксперимента.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Акустика» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: составляют 24 часов и включают в себя 12 часов лекционных занятий (лекция-визуализация), 12 часов практических занятий (семинар-консультация).

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Теоретические занятия (18 час., в том числе 6 час. с использованием методов активного обучения)**

**МОДУЛЬ 1. Волны в жидкостях и газах. (6 час.)**

**Раздел 1. Основные принципы формирования научного направления и учебного курса «Акустика» (лекция-визуализация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

Тема 1. Теоретическая основа физической акустики механика сплошных сред-гидродинамика и теория упругости.

Тема 2. Акусто-физические свойства и методы анализа газообразных, жидких и вязкоупругих сред:

Краткий обзор (сведения из курса «Механика сплошных сред») моделей и математического описания основных типов сплошных сред (гидродинамика, теория упругости, вязкоупругие среды).

**Раздел 2. Уравнение линейной акустики (2 часа)** в неидеальной (вязкой, с учетом теплопроводности) среде (вывод), скорость звука (адиабатическая, изотермическая), коэффициент затухания и его частотная зависимость. Уравнение состояния для классических жидкостей (модельное уравнение Тэта). Экспериментальные данные и физические причины появления зависимости скорости звука (дисперсия) от частоты и изменения частотной зависимости коэффициента поглощения (*сверхстоксово* поглощение). Спектральные эффекты и методы анализа жидкостей и газов (Мандельштам-Брюллюэновское рассеяние (МБР), дублет МБР, тонкая структура линии рэлеевского рассеяния, стоксова и антистоксова компоненты, триплет МБР).

**Раздел 3. Обусловленность расширения моделей жидких и газообразных сред путем учета релаксационных свойств. (2 часа.)** Релаксация объемной вязкости (кнезеровские процессы, феноменологическая теория релаксации Мандельштама – Леонтовича) и сдвиговой вязкости. Акустика релаксирующих сред. Общий подход на основе принципа причинности к взаимосвязи дисперсии и поглощения. Соотношения Крамерса – Кронига. Специфика релаксационных процессов в различных

средах и отличительные особенности поглощения звука в сложноструктурных средах (биологические ткани, геосреды). Методы и возможности акустической спектроскопии. О рассеянии света на неоднородностях, порождаемых прохождением акустических волн.

## **МОДУЛЬ 2. Акустика фазовых переходов и критических явлений.(6 час.)**

**Раздел 1. Микроуровневый аспект физической акустики (лекция-визуализация) (3 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

Тема 1. Основные типы квазичастиц и взаимодействий между ними. Упругие дебаевские волны; флуктуации как суперпозиция дебаевских волн; «тепловой» звук.

Тема 2. Критические точки и две линии критических точек. Скорость и поглощение гиперзвука в области критических точек. Измерение скорости ультразвука.

### **Раздел 2. Методы визуализации акустических полей(3 часа).**

Тема 1. Общая характеристика и особенности «классических» методов визуализации (шлирен –метод, шадоуграфия, метод Топлера); использование для визуализации акустических полей (звуковых пучков). Пример использования визуализации в эффекте сдвига акустических пучков при отражении от границы «жидкость – твердое тело» (эффект Schoch’a, 1952 г.).

Тема 2. Новые методы визуализации акустических полей (томографические и акустоголографические методы, визуализация с помощью акустических течений, виброметрия); использование для анализа структуры акустических пучков и ультразвуковых преобразователей.

## **МОДУЛЬ 3. Акустическая кавитация и ее применение. (6 часов)**

**Раздел 1. Основные модели (уравнения) (лекция-визуализация) (3 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**



Тема 1. Концентрация энергии. Влияние различных факторов (газопаровое наполнение, поверхностное натяжение, диссипация, диффузионный обмен с окружающей средой, сжимаемость окружающей среды).

Тема 2. Критические значения физических параметров при кавитации. Сонолюминисценция. Возможности реализации «сонотермоада».

Тема 3. Физико-химические эффекты, стимулируемые акустической кавитацией; кавитация. Роль кавитации в различных процессах и технологиях; кавитация в медицине, оболочечные микропузырьки

Тема 4. Распространение волн в пузырьковых средах (дисперсия, нелинейные эффекты)

## **Раздел 2. Акустические течения и радиационное давление (3 часа).**

Тема 1. Генерация сдвиговых деформаций в среде акустической волной, эластодиагностика и эластография в медицине.

Тема 2. Физические принципы действия параметрической приемной и передающей антенны в жидкой среде. Особенности и использование этого эффекта в воздушных средах. Аудиопроекторный эффект.

Тема 3. Термоакустические эффекты в жидких средах и их использование для регистрации высокоэнергетичных частиц (протонов, нейтрино). Глобальные проекты по регистрации нейтрино в открытом океане.

Тема 4. Акустика неравновесных и усиливающих сред. Возможные схемы САЗЕРА (Sound Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

Тема 5. Акустика сверхтекучих жидкостей. Второй звук.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практические занятия (18 час., в том числе 8 час. с использованием методов активного обучения)**

**Занятие 1. Скорость распространения и механизмы затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

1.1 Расчет скорости распространения и механизма затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях. Провести численные эксперименты.

1.2 Разработка математической модели расчета скорости распространения и механизма затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях.

**Занятие 2. Способы возбуждения и приема акустических волн (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

2.1 Акустические волны в твердом теле. Общие сведения

2.2 Акустические волны в изотропном твердом теле.

2.3 Способы возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах. Электроакустические преобразователи: электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные.

2.4 Электромеханические аналогии.

**Занятие 3. Измерение характеристик акустических полей. (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

3.1 Методы измерения колебательной скорости.

3.2 Методы измерения акустического давления

3.3 Методы измерения скорости распространения

3.4 Методы измерения поглощения, интенсивности.

**Занятие 4. Решение основных уравнений акустики для различных сред и внешних условий. (2 час.)**

4.1 Изучение алгоритмов решения волновых задач.

4.2 Исследование потенциальной точности алгоритмов решения волновых задач

**Занятие 5. Решение задач нелинейной акустики (групповая консультация) (2 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

5.1 Решение задач нелинейной акустики в газообразных средах.

5.2 Решение задач нелинейной акустики в жидких средах.

5.3 Решение задач нелинейной акустики в твердых телах.

**Занятие 6. Физика мощного ультразвука в газообразных, жидких и твердых средах. (2 час.)**

**Занятие 7. Промышленное применение ультразвука. (2 час.)**

7.1 Ультразвуковая очистка.

7.2 Ультразвуковая сварка.

7.3 Ультразвуковая обработка хрупких материалов.

7.4 Ультразвуковые долбежные станки.

**Занятие 8. Взаимодействие ультразвуковых и ударных волн. (2 час.)**

8.1 Взаимодействие ультразвуковых и ударных волн

8.2 Создание новых конструкционных материалов

**Занятие 9. Физические основы ультразвуковой дефектоскопии. (2 час.)**

9.1 Рассеяние ультразвука на трещинах и неоднородностях.

9.2 Ультразвуковое обследование железобетонных сооружений.

**Лабораторные работы не предусмотрены планом.**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Акустика» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	<b>Волны в жидкостях и газах</b>	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	ПР-1 – тест №1-9 Вопросы к экзамену №1-8
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знать		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
2.	<b>Акустика фазовых переходов и критических явлений</b>	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	ПР-1 – тест №10-17  Вопросы к экзамену №9-16
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знает		
			Уметь		

			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
3.	<b>Акустическая кавитация и ее применение</b>	УК-5	Знает	УО-1- Собеседование. УО-3 – доклад, сообщение. УО-4- Дискуссия.	ПР-1 – тест №18-25  Вопросы к экзамену №17-24
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Гурбатов, С.Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии. Приложения к нелинейной акустике [Электронный ресурс] : монография / С.Н. Гурбатов, О.В. Руденко, А.И. Саичев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2011. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2171/#2>

2. Касаткин Б.А., Злобина Н.В. Корректная постановка граничных задач в акустике слоистых сред / Б. А. Касаткин, Н. В. Злобина ; [отв. ред. : Л. В. Киселев, Г. В. Алексеев] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Институт проблем морских технологий. Москва, Издатель: Наука. 2009. 496 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:282651&theme=FEFU> -1 экз.

3. Кузнецов В.П. Нелинейная акустика в океанологии: учебное пособие // Издательство: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010, С: 259. – Режим доступа: [http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term\\_1=%D0%9D%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F+%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%B2+%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8&theme=FEFU](http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=%D0%9D%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%8F+%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0+%D0%B2+%D0%BE%D0%BA%D0%B5%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8&theme=FEFU) -1экз.

4. Петухов Ю.В., Разин А.В., Собисевич А.Л., Куликов В.И. Сейсмоакустические и акустико-гравитационные волны в слоистых средах. – М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, 2013. – 280 с. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30497926>

5. Разин А.В., Собисевич А.Л. Геоакустика слоистых сред. – М.: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, 2012. - Режим доступа: – 210 с. [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_30498117\\_33219277.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_30498117_33219277.pdf)

6. Халаев Н.Л. Обнаружение акустически малозаметных морских объектов в мелком море закрытых бухт [Текст] : монография / Н.Л. Халаев ; отв. ред. д-р техн. наук, профессор М.В. Мироненко ; Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2016. – 298 с. - Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_32508024\\_89323708.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_32508024_89323708.pdf)

**Дополнительная литература**

1. Быков В. Г. Нелинейные волновые процессы в геологических средах / отв. ред. В. Н. Николаевский ; Российская академия наук ; Дальневосточное отделение, Институт тектоники и геофизики. - Владивосток: Изд-во: Дальнаука, 2000. – 190 с. Режим доступа: - <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:13159&theme=FEFU> – 3 экз.

2. Богородский В.В., Гусев А.В., Доронин Ю.П., Кузнецова Л.Н., Шифрин К.С. Физика океанов : Учеб. для вузов / Под ред. Доронин Ю.П. Богородский В. В., Санкт-Петербург, Из-во: Гидрометеиздат, 1978. 294 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:246839&theme=FEFU> – 10экз.

3. Доронин, Ю. П. Физика океана [Электронный ресурс] / Ю. П. Доронин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2000. — 340 с. — 5-86813-008-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14513?bid=12534>

4. Иванов Н. И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник / Н. И. Иванов. - М.: Логос, 2008. - С.: 422. Режим доступа: -<http://znanium.com/bookread.php?book=468783>

5. Наугольных К. А., Островский Л. А. Нелинейные волновые процессы в акустике / отв. ред. А. В. Гапонов-Грехов ; Академия наук СССР, Научный совет по проблеме "Акустика", Акустический институт, Институт прикладной физики. - Москва: Изд-во: Наука, 1990 .- 237 с. Режим доступа: - <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:667478&theme=FEFU> – 1 экз.

6. Руденко, О.В. Нелинейная акустика в задачах и примерах [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Руденко, С.Н. Гурбатов, К.М. Хедберг. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2296/#1>

7. Щуров В.А. Векторная акустика океана / В. А. Щуров ; [отв. ред. В. И. Короченцев] ; Российская академия наук, Дальневосточное отделение, Тихоокеанский океанологический институт. Владивосток, Издатель:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:3450&theme=FEFU> – 8экз.

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [https://www.bsuir.by/m/12\\_100229\\_1\\_57709.pdf](https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_57709.pdf) - Передача информации в гидроакустическом канале.
2. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-503141135.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503141135.pdf) - Распространение электромагнитных и акустических волн в морском льду.

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. Е, Этаж 6, каб.Е627.</p> <p>Мультимедийная аудитория: Учебная мебель на 12 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18.</li> <li>2. Компас-3D договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук.</li> <li>3. SolidWorks Campus 500 сублицензионные договор №15-04-101 от 23.12.2015 Срок действия лицензии бессрочно. Количество лицензий – 500 штук.</li> <li>4. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>5. InDesign CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>6. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>7. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</li> <li>8. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</li> <li>9. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk.</li> <li>10. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</li> </ol>



## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основной целью изучения дисциплины «Акустика» аспирантами является достижение практических знаний, позволяющих использовать знания и умения в его научной работе.

Практические знания в области физики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах, рассеяние и дифракцию, взаимодействия с веществом и волнами другой физической природы, а также проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов в рамках данной дисциплины предполагает наличие таких умений, которые дают возможность:

- свободно пользоваться законами и методиками распространения и механизмами затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях;

- использовать методики возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах;

- применять методики измерения характеристик акустических полей: колебательной скорости, акустического давления, скорости распространения, поглощения, интенсивности в научной работе аспиранта;

- вести беседу по направлению подготовки.

Преподаватель контролирует работу аспирантов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, аспирант может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующее пособие, просмотреть практикум с разобранными примерами.

**Цели задачи и функции СРС.**

Решение поставленных задач невозможно без повышения роли СРС в освоении учебного материала, усилении ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста аспиранта, воспитание творческой активности и инициативы.

СРС – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспиранта, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (возможно частичное непосредственное участие преподавателя при сохранении ведущей роли аспирантов).

*Целью СРС* является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

*Задачи СРС:*

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретической подготовки;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;

-использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым экзаменам.

*Функции СРС:*

-*развивающая* (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей аспирантов);

-*информационно-обучающая* (учебная деятельность аспирантов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);

-*ориентирующая и стимулирующая* (процессу обучения придается ускорение и мотивация);

-*воспитательная* (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина);

-*исследовательская* (новый уровень профессионально-творческого мышления).

В основе СРС лежат следующие *принципы*:

-развития творческой деятельности;

-целевого планирования;

-личностно-деятельностного подхода.

СРС – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого аспиранта, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины.

**Уровни, формы и виды СРС.**

Для индивидуализации образовательного процесса СРС можно разделить на базовую и дополнительную.

*Базовая СРС* обеспечивает подготовку аспиранта к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям для всех дисциплин учебного плана. Результаты этой подготовки проявляются в активности аспиранта на занятиях и в качестве выполненных контрольных работ, тестовых заданий, сделанных докладов и других форм текущего контроля. Базовая СРС может включать следующие *формы* работ:

- изучение лекционного материала, предусматривающие проработку конспекта лекций и учебной литературы;
- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания или домашней контрольной работы, выдаваемых на практических занятиях;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к экзамену, аттестациям;
- написание реферата по заданной проблеме.

*Дополнительная СРС* направлена на углубление и закрепление знаний аспиранта, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. К ней относятся:

- подготовка к экзамену;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение курсовой работы или проекта.

Важным видом работы при изучении курса являются практические занятия. Цель практических занятий состоит в том, чтобы познакомить аспирантов с основными методами и приемами решения задач, а также

закрепить применение данных методов. Контроль усвоения материала практических занятий осуществляется на контрольной работе. Задания контрольной работы сформированы так, что 50% предлагаемых задач взяты (посредством случайной выборки) из задач, разбираемых на аудиторных практических занятиях.

Аспирант может использовать разработанные пособия для подготовки к контрольной работе. Рейтинговый результат выполнения контрольных работ входит в суммарный рейтинговый балл аспиранта по дисциплине.

**Цель практических занятий по дисциплине:**

- 1.закрепить теоретический материал курса;
- 2.приобрести навыки решения конкретных задач;
- 3.овладеть основными методами решения.

Цель каждого отдельно взятого практического занятия - усвоение аспирантом основных вопросов рабочей программы курса дисциплины, применение общих методов расчета к решению задач.

Выполнение практических работ способствует повышению степени формирования следующие универсальные / общепрофессиональные / профессиональные компетенции:

Универсальные	
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Общепрофессиональные	
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
Профессиональные	
ПК-1	Владение необходимой системой

	знаний в области акустики, волновых систем.
ПК-2	Готовность к разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана
ПК-3	Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики.

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины приведены в приложении «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся».

Для освоения дисциплины «Акустика» следует изучить источники из списка основной и дополнительной литературы, электронных образовательных ресурсов, охватывающих данную тему, рассматривать практические примеры по темам, знакомиться с понятиями и определениями, находить ответы на вопросы для самоконтроля.

Рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену.

При подготовке к кандидатскому экзамену аспиранту следует повторить лекционный материал, изучить источники из списка литературы, подготовиться к ответу на все вопросы, включенные в «Перечень вопросов к кандидатскому экзамену». Во время подготовки к аспирант должен систематизировать знания, полученные им при изучении основных тем дисциплины в течение семестра. Это позволяет объединить отдельные темы в единую систему дисциплины.

Следует выделить последний день (либо часть его) перед кандидатским экзаменом для дополнительного повторения всего объема вопросов в целом. Это позволяет аспиранту самостоятельно перепроверить усвоение материала.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения исследований, связанных с выполнением задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы аспирантам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования и лицензионного программного обеспечения.
<p>Корп. Е, Этаж 6, каб.Е627. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. ПО: 1. Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. 2. Компас-3D договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук. 3. SolidWorks Campus 500 сублицензионные договор №15-04-101 от 23.12.2015 Срок действия лицензии бессрочно. Количество лицензий – 500 штук. 4. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 5. InDesign CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 6. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 7. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018. 8. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. 9. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk. 10. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
<p>Лабораторный комплекс по анализу и обработке гидроакустической информации: ауд. Е627</p>	<p>Лабораторный комплекс по анализу и обработки гидроакустической информации.: NI USB-DAQ X, NI-GPIB Controller, NI USB-232, 1-Port RS232 Interface-5шт ПО: 1. Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. 2. Компас-3D договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук. 3. SolidWorks Campus 500 сублицензионные договор №15-04-</p>

	<p>101 от 23.12.2015 Срок действия лицензии бессрочно. Количество лицензий – 500 штук.</p> <p>4. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</p> <p>5. InDesign CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</p> <p>6. Photoshop CC for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription Renewal №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</p> <p>7. Adobe Creative Cloud for teams All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Team Licensing Subscription New Контракт №ЭА-667-17 от 08.02.2018.</p> <p>8. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.</p> <p>9. AutoCAD Electrical 2015. Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk.</p> <p>10. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.</p>
--	--





МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Акустика»

**03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Акустика»**

Образовательная программа «Акустика»

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п, тема работы	Дата/сроки выполнения	Вид самостоят ельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
Волны в жидкостях и газах	1-6 недели семестра	Конспектирование	15	Конспект
Волны в жидкостях и газах	7 неделя	Подготовка доклада	18	Самостоятельная работа
Акустика фазовых переходов и критических явлений	8-10 недели семестра	Конспектирование	15	Конспект
Акустика фазовых переходов и критических явлений	10-13 неделя	Подготовка доклада	18	Самостоятельная работа
Акустическая кавитация и ее применение	14-16 недели семестра	Конспектирование, решение задач	15	Конспект
Акустическая кавитация и ее применение	17 неделя семестра	Подготовка доклада	18	Самостоятельная работа
Подготовка к выполнению практической работы 1	По графику выполнения работ	Изучение теории	15	Сдача практической работы
Подготовка к выполнению практической работы 2	По графику выполнения работ	Изучение теории	15	Сдача практической работы
Подготовка к выполнению практической работы 3	По графику выполнения работ	Изучение теории	15	Сдача практической работы
Подготовка к аттестационному мероприятию	Последняя неделя семестра	Повторение теории, решение задач	18	Кандидатский экзамен

### Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

1. Самостоятельный поиск источников информации по изучаемым темам, осуществление самоконтроля.

2. Анализ научной литературы, информации по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должен быть подготовлен доклад к практическому занятию.

### **Тесты для контроля качества усвоения дисциплины**

#### **1. Второй звук, это:**

- а) Быстрозатухающие механические колебания в упругой среде;
- б) Быстрозатухающие колебания температуры в жидкости;
- +в) слабозатухающие колебания температуры и энтропии в сверхтекучем гелии;
- г) слабозатухающие температурные волны, распространяющиеся в жидком азоте.

#### **2. К квазичастицам не относится:**

- а) Фонон;
- б) Плазмон;
- +в) Электрон;
- г) Магнон.

#### **3. Ультразвуковая эластография это:**

- а) Метод неразрушающего контроля;
- +б) Метод дифференциации тканей организма путем механического воздействия на них и анализа деформаций;
- в) Метод определения местоположения подводных объектов при помощи отраженных от них сигналов;
- г) Метод исследования внутренних органов, основанный на способности звуковых волн отражаться от различных структур организма.

#### **4. Ультразвуковая сварка — это:**

- +а) Процесс обоюдной диффузии поверхностных слоев материалов под воздействием давления и ультразвуковых колебаний;
- б) Процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном нагреве;
- в) Сварочная технология, использующая для нагрева зоны плавления тепло, выделяющееся в жидкой ванне при прохождении ультразвука от электрода к изделию через расплавленный шлак;
- в) Сварочная технология, в которой зона плавления нагревается под воздействием звуковых колебаний высокой частоты.

#### **5. Аудиометрия – это метод определения остроты слуха, основанный на:**

- а) измерении интенсивности звука на разных частотах;
- б) измерении громкости звука на разных частотах;
- +в) измерении порога слышимости на разных частотах;
- г) анализе акустического спектра звука.

#### **6. Какие из характеристик механической волны не изменятся при переходе из одной среды в другую?**

- а) скорость распространения
- б) длина волны
- +в) частота
- г) интенсивность

#### **6. Самофокусировка звука – это:**

- +а) Явление сжатия звукового пучка к своей оси обусловленное полным внутренним отражением от собственных краев;
- б) Явление сжатия звукового пучка к своей оси вызванное изменением температуры среды;

- в) Явление сжатия звукового пучка к своей оси возникающее в результате преломления на границах разделов сред;
- г) Явление сжатия звукового пучка к своей оси обусловленное рассеянием звука объемными акустическими неоднородностями среды.

**7. Обратный термоакустический эффект — это:**

- а) Изменение скорости звука, вызванное изменением температуры среды;
- г) Скачкообразное изменение свойств среды, вызванное одновременным воздействием тепла и ультразвуковых колебаний;
- в) Преобразование тепловой энергии в акустическую, происходящее в газах;
- +б) Преобразование акустической энергии в градиент температур, происходящее в пористой среде.

**8. Принцип действия параметрической антенны основан на:**

- а) Использовании явления самофокусировки;
- +б) Использовании эффекта нелинейного взаимодействия акустических волн;
- в) Использовании разночастотных преобразователей для формирования необходимой полосы частот;
- г) Использовании пространственно-частотных сигналов в качестве зондирующих импульсов.

**9. Электрическим аналогом колебательной скорости является:**

- а) ЭДС;
- +б) Ток;
- в) Напряжение;
- г) Сопротивление;
- д) Индуктивность.

**10. Какой из электроакустических преобразователей является необратимым:**

- а) Электродинамический;
- б) Магнитострикционный;
- в) Пьезоэлектрический;
- +г) Электростатический.

**11. Задача анализа волнового поля антенной решетки заключается:**

- +а) В определение характеристик излучения заданного распределения источников, при известных функциях возбуждения и параметрах среды;
- б) В определении функции раскрытия и геометрии распределения источников по заданным требованиям к характеристике направленности;
- в) В определение характеристик излучения и геометрии распределения источников по заданной функции возбуждения;
- г) В определении функции раскрытия по известным характеристикам излучения.

**12. Явление, при котором, в результате взаимного перемещения источника и приемника звука относительно неподвижной акустической среды, фокусируемая приемником частота сигнала отличается от частоты сигнала источника, называется:**

- а) Эффект насыщения;
- +б) Эффект Доплера;
- в) Деструктивная интерференция;
- г) Принцип Гюйгенса.

**13. Зависимость коэффициента поглощения и фазовой скорости волны от частоты называется:**

- а) Интерференция;
- +б) Дисперсия;
- в) Рефракция;
- г) Дифракция.

**14. Полное внутреннее отражение волны на границе раздела сред наблюдается:**

- +а) при условии, что угол падения превосходит некоторый критический угол;
- б) при условии, что угол падения меньше критического угла;
- в) при условии равенства угла падения критическому углу;
- г) при падении волны под углом  $90^\circ$  к границе раздела.

**15. Величина, обратная периоду колебаний называется:**

- а) фазой колебаний;
- +б) линейной частотой колебаний;
- в) амплитудой колебаний.

**16. Соотношением, связывающим гидростатическое, гидродинамическое и статическое давления, является:**

- а) Закон Пуазейля;
- б) Закон Гука;
- в) Уравнение Бернулли;
- +г) Формула Стокса.

**17. Свободные колебания в реальной колебательной системе всегда являются:**

- +а) Затухающими;
- б) Гармоническими;
- в) Параметрическими;
- г) Нарастающими.

**18. Применение ультразвука в хирургии основывается на явлениях:**

- +а) Кавитации;
- б) Дифракции ультразвуковых волн;
- в) Интерференции ультразвуковых волн;

г) Ультразвуковое излучение в хирургии не применяется.

**19. Сонолюминисценция – это:**

- а) Явление возникновения светового излучения, возникающее при облучении жидкости инфразвуком;
- б) Явление возникновения светового излучения, возникающее в результате местного понижения давления в жидкости;
- +в) Явление возникновения светового излучения, возникающее при облучении жидкости ультразвуком;
- г) Явление возникновения светового излучения, возникающее в результате местного понижения температуры в жидкости.

**20. Какие субъективные ощущения изменяются при изменении частоты простого тона, если сила звука остаётся постоянной?**

- а) Высота;
- б) Громкость;
- +в) Высота и громкость.

**21. Аспиративный шум реализуется в области:**

- а) 3,5-10 кГц;
- б) 50-500 Гц;
- в) 2-4 кГц;
- г) 0,5-1 кГц.

**22. Порог слышимости зависит от частоты звука следующим образом:**

- +а) Его значение максимально на частотах 20 Гц и 20 кГц и минимально в области частот 1 – 3 кГц;
- б) Его значение минимально на частотах 20 Гц и 20 кГц и максимально в области частот 1 – 3 кГц;



в) Его значение минимально на частотах 20 Гц и 20 кГц, а максимальное значение от частоты не зависит.

**23. Эффект изменения направления распространения волны в каждой ее точке на противоположное, с сохранением всех других ее характеристик, называется:**

- а) Автосинхронизация;
- б) Самовоздействие;
- +в) Обращение волнового фронта;
- г) Эффект сдвига.

**24. Поперечные волны не распространяются:**

- а) Только в газе;
- +б) В жидкости и газе;
- в) Только в твёрдом теле;
- г) Только в жидкости.

**25. Характеристика волны, измеряемые в Вт/м<sup>2</sup>:**

- а) Мощность;
- +б) Интенсивность;
- в) Объёмная плотность энергии.

### **Методические указания по организации самостоятельной работы**

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом

учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).

Самостоятельная работа складывается из таких видов работ как работа с источниками по направлению «Акустика»; изучение материала по учебникам, справочникам, документальным источникам, а также подготовки к экзамену, подготовки доклада по дисциплине «Акустика» и подготовки к экзамену.

### **Подготовка сообщений, докладов, презентаций по дисциплине «Акустика».**

Устное представление результатов самостоятельного анализа предложенной темы (проблемы) указанной проблемы. Сообщение, доклад, презентация готовятся на основе прочтения релевантной литературы, как рекомендованной преподавателем, так и самостоятельно подобранной аспирантом. Сообщение, доклад должны содержать четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках темы, а также выводы, аргументирующие авторскую позицию по поставленной проблеме.

#### **Темы докладов:**

1. Ряд Фурье для периодических функций.
2. Уравнение колебательных систем без трения.
3. Уравнение колебательных систем с учетом трения (потери в среде).
4. Уравнение вынужденных колебаний в сосредоточенных механических системах.
5. Уравнение вынужденных колебаний в сосредоточенных электромагнитных системах.

6. Метод Лагранжа в применении к системам с двумя степенями свободы.
7. Вынужденные колебания механической системы с двумя степенями свободы.
8. Методы электромеханических аналогий.
9. Прямые и обратные методы электромеханических аналогий.

Критерии оценивания сообщения, доклада представлены в Приложении 2.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Акустика»  
**03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Акустика»**  
Образовательная программа «Акустика»  
**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**  
**2018**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p style="text-align: center;">УК-5</p> <p>Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>	Знает	возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.
	Умеет	выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.
	Владеет	приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования.
<p style="text-align: center;">ОПК-1</p> <p>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	Знает	основные законы физики в области акустики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах, рассеяние и дифракцию, взаимодействие с веществом и волнами другой физической природы, а так же проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов.
	Умеет	оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.
	Владеет	методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи
<p style="text-align: center;">ПК-1</p> <p>Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых систем.</p>	Знает	основные законы генерации, излучения и распространения упругих волн в различных средах.
	Умеет	производить выбор технических средств для генерации, измерения и применения упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами.
	Владеет	методами обработки акустических сигналов, волновых систем.
<p style="text-align: center;">ПК-2</p> <p>Готовность к разработке новых электронных и</p>	Знает	тенденции развития технических средств исследования Мирового океана.
	Умеет	использовать современные микропроцессорные системы.

электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана	Владеет	методами анализа и синтеза технических средств.
ПК-3 Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики	Знает	методики экспериментальных исследований.
	Умеет	использовать современные программно-аппаратные измерительные средства.
	Владеет	методами обработки результатов эксперимента.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	<b>Волны в жидкостях и газах</b>	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	ПР-1 – тест №1-9 Вопросы к экзамену №1-8
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знать		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
2.	<b>Акустика фазовых переходов и критических явлений</b>	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование, УО-4-Дискуссия.	ПР-1 – тест № 10-17  Вопросы к экзамену №9-16
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-2	Знает		
			Уметь		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
3.	<b>Акустическая кавитация и ее применение</b>	УК-5	Знает	УО-1-Собеседование. УО-3 – доклад, сообщение. УО-4-Дискуссия.	ПР-1 – тест № 18-25  Вопросы к экзамену №17-24,
			Умеет		
			Владеет		
		ОПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-1	Знает		
			Умеет		
			Владеет		

		ПК-2	Знает		
			Умеет		
			Владеет		
		ПК-3	Знает		
			Умеет		
			Владеет		



## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
УК-5 Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	знает (пороговый уровень)	возможные сферы и направления профессиональной самореализации; приемы и технологии целеполагания и целереализации; пути достижения более высоких уровней профессионального и личного развития.	Знание нормативно-правовые основы процесса профессиональной деятельности	Способен использовать нормативно-правовые основы процесса в профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	выявлять и формулировать проблемы собственного развития, исходя из этапов профессионального роста и требований рынка труда к специалисту; формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои возможности, реалистичность и адекватность намеченных способов и путей достижения планируемых целей.	Знание методов поиска и отбора информации научных исследований.	Способен использовать методологии поиска и отбора информации научных исследований.
	владеет (высокий)	приемами целеполагания, планирования, реализации необходимых видов деятельности, оценки и самооценки результатов деятельности по решению профессиональных задач; приемами выявления и осознания своих	Владение навыками поиска и осуществления отбора оптимальных методов исследования	Способен использовать методологическое обоснование научного исследования

		возможностей, личностных и профессионально-значимых качеств с целью их совершенствования		
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствии с профессиональной областью с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	знает (пороговый уровень)	основные законы физики в области акустики, включающие исследования упругих колебаний и волн, процессов их генерации, излучения и распространения в различных средах и структурах, рассеяние и дифракцию, взаимодействие с веществом и волнами другой физической природы, а так же проблемы передачи и обработки сигналов, технической реализации и исследования соответствующих систем, устройств и приборов.	Знание основных методов исследования.	Способен использовать полученные знания при разработке отчетов.
	умеет (продвинутый)	оформлять отчеты, статьи, рефераты на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями.	Умение анализировать полученную информацию с использованием современных методов исследования.	Способен использовать основные достижения информационно-коммуникационных технологий.
	владеет (высокий)	методами и технологиями межличностной коммуникации, навыками публичной речи	Способен обрабатывать полученную информацию с использованием информационно-коммуникационных технологий.	Может использовать на практике полученную информацию.
ПК-1 Владение необходимой системой знаний в области акустики, волновых	знает (пороговый уровень)	основные законы генерации, излучения и распространения упругих волн в различных средах.	Знание основных уравнений и граничных условий в области акустики, волновых систем.	Способен использовать необходимые уравнения для разработки алгоритмов для волновых процессов.
	умеет (продвинутый)	производить выбор технических средств	Умение разрабатывать	Способен анализировать корректную постановку

систем.	нугый)	для генерации, измерения и применения упругих волн и колебаний в соответствии с решаемыми задачами.	алгоритм волновых уравнений.	задач области акустики.
	владеет (высокий)	методами обработки акустических сигналов, волновых систем.	Способен уметь решать поставленные алгоритмы с помощью программного обеспечения.	Может применять полученные решения и алгоритмы на практике.
ПК-2 Готовность к разработке новых электронных и электромеханических средств освоения ресурсов Мирового океана	знает (пороговый уровень)	тенденции развития технических средств исследования Мирового океана.	Знание основных логических методов и приемов научного исследования	Способен использовать современные микропроцессоры, микроконтроллеры и программируемых логических интегральных схем
	умеет (продвинутый)	использовать современные микропроцессорные системы.	Умение разрабатывать корректные математические модели	Способен анализировать модели для анализа и синтеза электронных приборов и узлов
	владеет (высокий)	методами анализа и синтеза технических средств.	Владение методами разработки корректных математических моделей для анализа и синтеза электронных приборов и узлов	Может сделать окончательные выводы после внедрения математических моделей.
ПК-3 Способность планировать и организовать многофакторный эксперимент в сфере акустики	знает (пороговый уровень)	методики экспериментальных исследований.	Знание методов организации экспериментов.	Способен собрать экспериментальные установки.
	умеет (продвинутый)	использовать современные программно-аппаратные измерительные средства.	Умение оценивать влияние всех факторов на практике.	Способен анализировать полученные результаты эксперимента.
	владеет (высокий)	методами обработки результатов эксперимента.	Способен переводить аналоговые методы решения в цифровые.	Может сделать окончательные рекомендации по эксперименту.

## **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Промежуточная аттестация.** Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Согласно учебному плану видом промежуточной аттестации по дисциплине предусмотрен экзамен, который проводится в письменной форме.

Затем проводится устный опрос в форме собеседования по списку вопросов, составленных на основе тем курса. Итоговый опрос является критерием оценки знания.

Из Приложения 1 к приказу от 05.04.2018 №12-23-152 «Выдержка из Положения о прикреплении К ДВФУ для сдачи кандидатских экзаменов», утвержденного приказом от 28.05.2015 №12-13-991.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов (далее - экзаменационные комиссии), состав которых утверждается приказом проректора по науке и инновациям.

Состав Экзаменационной комиссии формируется из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству) школ ДВФУ. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Экзаменационная комиссия формируется в количестве не более 5 человек под председательством проректора по науке и инновациям, заместителя председателя и членов экзаменационной комиссии - высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров.

Экзаменационная комиссия по приему кандидатского экзамена по специальной дисциплине правомочна принимать кандидатский экзамен по

специальной дисциплине, если в ее заседании участвует не менее 3 специалистов, имеющих ученую степень кандидата или доктора наук по научной специальности, соответствующей специальной дисциплине, в том числе 1 доктор наук.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указывается:

наименование дисциплины;

код и наименование направления подготовки, профиль, по которому сдавался кандидатский экзамен;

вопросы по билетам и дополнительные вопросы;

оценка уровня знаний аспиранта (по пятибалльной шкале);

фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень, ученое звание и должность каждого члена экзаменационной комиссии.

Протокол подписывается членами экзаменационной комиссии, присутствующими на экзамене, и утверждается проректором по научной работе.

### **Вопросы к экзамену**

1. Скорость распространения и механизмы затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях.

2. Способы возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах.

3. Электроакустические преобразователи:  
электродинамические, пьезоэлектрические,  
магнитострикционные.

4. Электромеханические аналогии.

5. Методы измерения характеристик акустических полей: колебательной скорости, акустического давления, скорости распространения, поглощения, интенсивности.

6. Волны в узких трубах переменного сечения, уравнение Вебстера.

7. Акустические волноводы (плоский слой, волноводы с прямоугольным и круглым сечением).

8. Нормальные волны.

9. Дифракция звука на телах канонической формы (сфера, цилиндр).

10. Дифракция света на ультразвуке.

11. Рассеяние звука на малых препятствиях, пузырьках газа в жидкостях и неровностях границ.

12. Распространение звука в движущейся среде.

13. Движущиеся источники. Эффект Допплера.

14. Излучение при сверхзвуковом движении, переходное излучение.

15. Флуктуации амплитуды, фазы и угла прихода луча при распространении звука в случайно-неоднородной среде.

16. Аэродинамическая генерация звука.

17. Уравнение Лайтхилла.

18. Радиационное давление и акустические течения.

19. Римановы (простые) волны.

20. Акустическое число Маха.

21. Искажение профилей бегущих волн, генерация гармоник.

22. Взаимодействие плоских волн и пучков.

23. Пилообразные волны.

24. Нелинейное затухание и эффект насыщения.

25. Учет вязкости. Уравнение Бюргерса.

## 26. Акустическое число Рейнольдса.

### Критерии оценки тестирования

Вес каждого тестового задания составляет определенный процент (не более 100%, количество % на задание зависит от числа заданий в тесте). Полученные проценты суммируются. В случае, если в тестовом задании несколько правильных ответов, то оно оценивается как решенное, только при условии, что определены все необходимые ответы. Таким образом, обучающийся может набрать от 0 до 100 процентов по каждому разделу.

Выполнение теста на минимальный проходной процент означает необходимость решения не менее 60% всех заданий теста правильно. Для того, чтобы верно оценить результаты тестирования предлагаются процентные переводы результатов выполнения теста в оценки:

<b>Процентные результаты выполнения задания</b>	<b>Традиционные оценки</b>
100-85%	отлично
85-76%	хорошо
75-60%	удовлетворительно
59% и ниже	неудовлетворительно

**Критерии выставления оценки аспиранту на экзамене по дисциплине «Акустика»:**

<b>Оценка экзамена</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
------------------------	---

<p><i>Оценка «5» «отлично»</i></p>	<p>Аспирант показал развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие постановленного вопроса, широкое знание литературы. Аспирант обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, способность применить полученные знания на практике.</p>
<p><i>Оценка «4» «хорошо»</i></p>	<p>Аспирант дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает некоторые ошибки, которые исправляет самостоятельно, и некоторые недочеты в изложении вопроса.</p>
<p><i>Оценка «3» «удовлетворительно»</i></p>	<p>аспирант обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в ответе.</p>
<p><i>Оценка «2» «неудовлетворительно»</i></p>	<p>Аспирант обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса, допускает ошибки в ответе, искажает смысл текста, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Данная оценка характеризует недостатки в подготовке аспиранта, которые являются серьезным препятствием к успешной профессиональной и научной деятельности.</p>

**Текущая аттестация.** Текущая аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (посещения занятия, выступления с докладом, участие в дискуссиях, устного опроса, выполнения контрольных заданий) по оцениванию фактических результатов обучения аспирантов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.



### **Критерии оценки (устного доклада, сообщения):**

✓ 100-86 баллов выставляется аспиранту, если аспирант выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы. Аспирант знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

✓ 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

✓ 75-61 балл – аспирант проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

✓ 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без собственных комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Критерии оценки презентации доклада:**

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или непоследовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений