



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

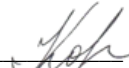
---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

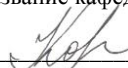
«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Короченцев В.И.  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
«28» сентября 2018г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Приборостроения\_\_\_\_  
(название кафедры)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Короченцев В.И.  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
«28»сентября2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Акустика океана

**Направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение**

магистерская программа «Гидроакустика»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы - не предусмотрены учебным планом  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 2/пр. 12/лаб. час.  
самостоятельная работа 99 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество)  
курсовая работа / курсовой проект – 3 семестр  
зачет - не предусмотрен учебным планом  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Приборостроения, протокол № 1 от 28 сентября 2018г.

Заведующий кафедрой: докт. физ.-мат.наук, профессор Короченцев В.И.  
Составитель: старший преподаватель Кирьянов А.В.

**Владивосток**

2018

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «28» сентября 2018 г. № I

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.И.Короченцев

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

Master's in Instrument making

Master's Program "Hydroacoustics"

Course title: "Ocean acoustics"

Variable part (one of disciplines of a choice of a profile cycle) of Block,  
5credits

Instructor: Kirianov A.V.

The "Ocean Acoustics" is based on already studied disciplines, such as "Physics", "Mathematical Analysis", "Physics in Instrument Engineering", "Directional Radiation Theory", "Physical Basics of Obtaining Information", "Methods and Technologies of Non-Destructive Testing", "Acoustic measurements

Discipline "Ocean Acoustics" includes the study of the theoretical and physical principles of the changes in the sound speed in the ocean, the study of the acoustic field in a homogeneous medium with a flat boundary, the propagation of sound waves in a two-layer fluid, the study of amplitude characteristics of backscattering acoustic signals on simple-shaped bodies.

Main course literature:

1. Modeling of fields in waveguides: study guide / L. G. Statsenko, D. V. Zlobin; Far Eastern State Technical University, Vladivostok: Far Eastern Technical University, 2011, 81 pp., C 786 534 (075.8) FEFU (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:426031&theme=FEFU>)
2. Physics of the environment: the textbook / A. K. Soloviev. Moscow: Association of Building Universities Publishing House, 2015. 341 p. (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:811416&theme=FEFU>)
3. Acoustics in the tasks: study guide / [A. N. Barkhatov, N. V. Gorskaya, A. A. Goryunov and others]; by ed. S.N. Gurbatova, O.V. Rudenko Ed. 2nd, rev. and add. Moscow: Fizmatlit, 2009, 336 p. (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:812851&theme=FEFU>)

Form of final knowledge control: exam

## **Аннотация дисциплины**

### **«Акустика океана»**

Дисциплина «Акустика океана» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, магистерская программа «Гидроакустика», входит в вариативную часть учебного плана (Б1.В.ДВ.3.2) и является дисциплиной выбора. Дисциплина реализуется в 3 семестре на 2 курсе.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (126 часов, в том числе 27 часов на экзамен), курсовая работа. Форма промежуточной аттестации - экзамен.

Дисциплина «Акустика океана» опирается на уже изученные дисциплины, такие как «Физика», «Математический анализ», «Физика в приборостроении», «Теория направленного излучения», «Физические основы получения информации», «Методы и технологии неразрушающего контроля», «Акустические измерения». В свою очередь она является «фундаментом» для изучения дисциплины «Научно-исследовательская работа» и других.

Акустика океана - один из наиболее разработанных разделов физики океана, имеющий большое практическое применение. Впервые знания о скорости распространения звука в океане потребовались в связи с использованием эхолота при измерении глубин. Дисциплина «Акустика океана» включает изучение теоретических и физических основ закономерностей изменения скорости звука в океане, изучение акустического поля в однородной среде с плоской границей, распространение звуковых волн в двухслойной жидкости (волновод Пекериса), исследование амплитудных характеристик обратного рассеяния акустических сигналов на телах простой формы, связь между различными представлениями поля в однородном волноводе.

Цель дисциплины:

- изучение способов описания акустических полей, базирующихся на векторных и скалярных характеристиках поля в каждой точке акустической волны, изучение физических основ распространения звуковых волн в океане и знакомство с подходами к решению прикладных задач низкочастотной акустики, базирующихся на этих методах.
- изучение основных принципов анализа явлений в океанической среде при использовании максимально простых методов решения рассматриваемых конкретных задач.
- приобретение знаний по теоретическим основам океанологии и по основным методам расчета полей гидроакустического типа в неоднородных средах.

Задачи дисциплины:

- Овладение теоретическими основами описания и анализа акустических полей, базирующимся на использовании полной информации о векторных и скалярных характеристиках поля, измеряемых в точке.
- Приобретение устойчивых навыков использования аппарата векторно-фазовых методов описания акустических полей для решения конкретных задач.
- Знакомство с современными аппаратными и приборными реализациями векторно-фазовых методов в практике акустических измерений.
- Знакомство с вопросами метрологического обеспечения акустических измерений в низкочастотной инфразвуковой акустике.
- Знакомство с принципами решения прикладных задач низкочастотной акустики, основанными на использовании векторно-фазовых методов.

Для успешного изучения дисциплины «Акустика океана» 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:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Способностью к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>-уравнения распространения акустических волн, их энергетические характеристики;</li> <li>-прохождение звука через границу сред разной плотности, рефракцию акустического луча;</li> <li>-физические основы нелинейных эффектов и их проявления при распространении акустических сигналов, механизмы взаимосвязи нелинейных эффектов с физическими свойствами сред и контролируемых объектов.</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>строить математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, применять законы отражения и прохождения, дифракции и интерференции, затухания и поглощения акустических волн для расчета основных характеристик акустических приемных и излучающих антенн.</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>-принципами решения прикладных задач низкочастотной акустики, основанными на использовании векторно-фазовых методов.</li> <li>-способами описания акустических полей, базирующихся на векторных и скалярных характеристиках поля в каждой точке акустической волны, способами решения прикладных задач низкочастотной акустики, базирующихся на этих методах.</li> </ul>

		<p>-способами основных принципов анализа явлений в океанической среде при использовании максимально простых методов решения рассматриваемых конкретных задач.</p> <p>-навыками построения математических моделей объектов исследования и выбора численного метода их моделирования, разработкой нового или выбор готового алгоритма решения задачи.</p>
--	--	---

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Акустика океана» применяются следующие методы активного обучения: практические занятия с применением имитационных методов, включающих разбор конкретных ситуаций, действий по инструкциям.

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

**(18 час., в том числе с применением МАО 2 час.)**

### **Занятие 1. Решение волнового уравнения для плоских, сферических и цилиндрических волн (2 час.)**

1. Цель и задачи дисциплины;
2. Решение волнового уравнения для идеальной и вязкой среды. Запись выражений для акустического давления, колебательной скорости, волнового сопротивления и интенсивности;
3. Коэффициенты отражения и прохождения для случая падения плоской волны на границу раздела двух жидкостей, полное внутренне отражение;
4. Коэффициенты отражения и прохождения для абсолютно мягкой и абсолютно жесткой границ.
5. Решение волнового уравнения для сферических волн. Основные соотношения акустического поля для сферической волны;

6. Цилиндрические волны. Решение волнового уравнения в цилиндрических координатах.

**Занятие 2. Поле скорости звука в океане (2 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Поле скорости звука в океане, вертикальное распределение скорости звука;
2. Подводный звуковой канал, волноводное распространение звука в океане, районирование акваторий;
3. Неоднородности поля скорости звука;
4. Расчет скорости звука;

**Занятие 3. Акустические свойства грунта (2 час.)**

1. Акустические параметры морского грунта;
2. Акустические модели морского грунта;
3. Отражение звука от морского грунта, коэффициенты отражения и прохождения;
4. Коэффициент отражения с учетом потерь и при малых углах скольжения.

**Занятие 4. Учет рассеяния звука поверхностью моря, реверберация (2 час.)**

1. Вывод формулы для расчета дальнего акустического поля точечного источника, находящегося вблизи поверхности раздела воздух-вода;
2. Ближнее акустическое поле точечного источника вблизи поверхности раздела;
3. Рассеяние звуковых волн статически неровной поверхностью моря;



4. Рассеяние звуковых волн статистически неровной поверхностью моря;
5. Объемная, поверхностная и донная реверберация;
6. Статистические свойства реверберации.

#### **Занятие 5. Распространение звука в мелком море (2 час.)**

1. Особенности акустического поля в мелком море;
2. Нормальные волны в слое с абсолютно отражающими границами. Коэффициент затухания нормальных волн, предельная длина волны. Мнимые источники при отражении нормальных волн от границ;
3. Нормальные волны в слое с частично отражающими границами;
4. Интенсивность звука в слое с абсолютно отражающими границами и в слое с частично отражающими границами.

#### **Занятие 6. Распространение звука в слоисто-неоднородной среде. Рефракция звука в море (2 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Траектория акустического луча в случае постоянного градиента скорости звука. Условия применения лучевой теории;
  2. Отрицательная рефракция, акустическая тень. Геометрическая дальность действия;
  3. Траектория луча при любом распределении скорости звука;
  4. Понятие фактора аномалии;
- МАО: презентация - влияние неоднородностей скорости звука на зональную структуру акустического поля в океане.

#### **Занятие 7. Гидроакустические шумы и помехи (2 час.)**

1. Корабельные шумы и помехи.
2. Спектр мощности гидроакустических шумов и помех.
3. Уровень шума, воспринимаемый приемником.
4. Собственные шумы моря. Шумы биологического происхождения.

## **Занятие 8. Дальность действия гидроакустических приборов (2 час.)**

1. Уравнение дальности, коэффициент распознавания, понятие помехоустойчивости.
2. Расчет коэффициента распознавания для режимов шумопеленгования и гидролокации.
3. Полоса пропускания приемного тракта, обусловленная эффектом Доплера и конечной длительностью синусоидального сигнала. Общая полоса частот приемного тракта.
4. Понятие силы цели. Расчет силы цели для объектов различной формы.
5. Излучаемая мощность, порог кавитации.

## **Занятие 9. Энергетическая дальность действия и оптимальные параметры гидролокатора (2 час.)**

1. Расчет оптимальной частоты для гидролокации.
2. Энергетическая дальность действия гидролокатора в условиях шумовой помехи.
3. Энергетическая дальность действия гидролокатора в условиях реверберационной помехи.

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

**Практические занятия (36 час., в том числе с применением МАО 12 час.)**

Большинство практических занятий проводится в форме решения задач инженерного типа, связанных с использованием соотношений, с которыми студенты знакомятся на лекциях или самостоятельно в литературе.

Основные темы занятий:

**Занятие 1. Вывод основных соотношений для плоских волн, коэффициенты отражения и прохождения (4 час.)**

1. Расчет акустического давления, колебательной скорости, волнового сопротивления и интенсивности при падении плоской волны на границу раздела двух сред;
2. Вывод выражений и коэффициентов отражения и прохождения для случая падения плоской волны на границу раздела двух жидкостей и прохождения через слой (слои).

**Занятие 2. Поглощение акустических волн в воде (2 час.)**

1. Расчет поглощения из решения волнового уравнения для вязких жидкостей с учетом теплопроводности;
2. Учет релаксационных процессов при определении коэффициента поглощения;
3. Поглощение звука в морской воде;
4. Расчет коэффициента затухания на различных частотах.

**Занятие 3. Скорость распространения звука в воде (2 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Дисперсия скорости звука;
2. Формула Вуда и формула Дель-Гроссо для расчета скорости звука;  
МАО: семинар – вертикальное распределение скорости звука в океане.

**Занятие 4. Акустические свойства грунта (2 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Отражение звука от морского грунта, коэффициенты отражения и прохождения.

2. Коэффициент отражения с учетом потерь и при малых углах скольжения.

МАО: семинар - картирование дна для задач навигации.

### **Занятие 5. Учет рассеяния звука поверхностью моря, реверберация (2 час.)**

1. Вывод формулы для расчета дальнего акустического поля точечного источника, находящегося вблизи поверхности раздела воздух-вода.

2. Ближнее акустическое поле точечного источника вблизи поверхности раздела.

3. Рассеяние звуковых волн статически неровной поверхностью моря.

4. Рассеяние звуковых волн статистически неровной поверхностью моря.

5. Объемная, поверхностная и донная реверберация;

6. Статистические свойства реверберации.

### **Занятие 6. Частные случаи распространения звука (2 час.)**

1. Приповерхностного звукового канала.

2. Распространение звука в случае однородного приповерхностного слоя, ниже которого скорость звука убывает с глубиной.

3. Ослабление звука слоем скачка.

4. Особенности распространения звука при наличии льда.

Интенсивность звука, многократно отражающегося от нижней кромки льда.

МАО:

### **Занятие 7. Распространение звука в мелком море (2 час.)**

1. Нормальные волны в слое с абсолютно отражающими границами. Коэффициент затухания нормальных волн, предельная длина волны. Мнимые источники при отражении нормальных волн от границ.
2. Нормальные волны в слое с частично отражающими границами.
3. Интенсивность звука в слое с абсолютно отражающими границами и в слое с частично отражающими границами.

**Занятие 8. Распространение звука в слоисто-неоднородной среде.  
Рефракция звука в море (2 час.)**

1. Траектория акустического луча в случае постоянного градиента скорости звука. Условия применения лучевой теории.
2. Отрицательная рефракция, акустическая тень. Геометрическая дальность действия.
3. Траектория луча при любом распределении скорости звука.
4. Понятие фактора аномалии.

**Занятие 9. Приближенный расчет акустического поля на основе лучевой картины (4 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Расчет акустического поля на основе лучевой картины при заданном вертикальном распределении скорости звука. Поле прямого сигнала, поле эхосигнала.
  2. Распространение звука в подводном звуковом канале. Скорость и время пробега в подводном звуковом канале.
  3. Фокусировка акустических волн в подводном звуковом канале.
- МАО: семинар – моделирование распространения звука в океане.

**Занятие 10. Гидроакустические шумы и помехи (4 час.)**

1. Корабельные шумы и помехи.
2. Спектр мощности гидроакустических шумов и помех.
3. Уровень шума, воспринимаемый приемником.

4. Собственные шумы моря. Шумы биологического происхождения.  
МАО: семинар – гидроакустические шумы различного происхождения.

### **Занятие 11. Расчет дальности действия и оптимальных параметров гидролокатора (4 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Уравнение дальности, коэффициент распознавания, понятие помехоустойчивости.
2. Расчет коэффициента распознавания для режимов шумопеленгования и гидролокации.
3. Полоса пропускания приемного тракта, обусловленная эффектом Доплера и конечной длительностью синусоидального сигнала. Общая полоса частот приемного тракта.
4. Понятие силы цели. Расчет силы цели для объектов различной формы.
5. Излучаемая мощность, порог кавитации.
6. Расчет оптимальной частоты для гидролокации.
7. Энергетическая дальность действия гидролокатора в условиях шумовой помехи.
8. Энергетическая дальность действия гидролокатора в условиях реверберационной помехи.

МАО: семинар – современные системы гидролокации.

### **Занятие 13. Расчет параметров системы гидроакустической связи (4 час., в т.ч. 2 с использованием МАО)**

1. Расчет оптимальной частоты для систем связи. Полоса пропускания.
2. Определение максимальной и минимальной скорости передачи данных.
3. Учет фактора многолучевого распространения сигнала.

МАО: семинар - системы гидроакустической связи и подводной навигации.

### **Занятие 14. Итоговое занятие (2час.)**

Занятие проводится в форме научно-практической конференции «Акустика океан». Проводится контроль степени сформированности компетенций.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Акустика океана» 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 студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Решение волнового уравнения для плоских, сферических и цилиндрических волн	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу.	Вопросы 1-10
			умеет		
			владеет		
2	Поле скорости звука в океане	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому	Вопросы 14-15
			умеет		
			владеет		

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
				материалу; выступления с презентациями на семинаре.	
3	Акустические свойства грунта	ПК1	знает	Выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 16-18
			умеет		
			владеет		
4	Учет рассеяния звука поверхностью моря, реверберация	ПК1	знает	Контрольная работа 1	Вопросы 19-23
			умеет		
			владеет		
5	Распространение звука в мелком море	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу.	Вопросы 24-27
			умеет		
			владеет		
6	Распространение звука в слоисто-неоднородной среде	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу.	Вопросы 28-43
			умеет		
			владеет		
7	Гидроакустические шумы и помехи	ПК1	знает	Контрольная работа 2; выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 44-46
			умеет		
			владеет		
8	Дальность действия гидроакустических приборов	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу; выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 47-50
			умеет		
			владеет		
9	Энергетическая дальность действия и оптимальные параметры гидролокатора	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу; Выступления с презентациями на семинаре; контрольная работа 3.	Вопросы 51-53
			умеет		
			владеет		



Контрольные и методические материалы, 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 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Моделирование полей в волноводах: учебное пособие / Л. Г. Стаценко, Д. В. Злобин; Дальневосточный государственный технический университет, Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2011, 81 стр., С 786 534(075.8) ДВФУ  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:426031&theme=FEFU>
2. Физика среды: учебник / А. К. Соловьев. Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2015. 341 с.  
(<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:811416&theme=FEFU>)
3. Акустика в задачах: учебное пособие / [А. Н. Бархатов, Н. В. Горская, А. А. Горюнов и др.]; под ред. С. Н. Гурбатова, О. В. Руденко Изд. 2-е, испр. и доп. Москва: Физматлит, 2009, 336 с.  
(<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:812851&theme=FEFU>)
4. Акустические измерения : учебное пособие / В. П. Рублев; Дальневосточный государственный технический университет, 2008, 205 стр., Р 824 534.6. (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:384649&theme=FEFU>)
5. Основы океанологии: учебное пособие для вузов / В. А. Иванов, К. В. Показеев, А. А. Шрейдер. Санкт-Петербург: Лань, 2008. 573стр. И 201 551.46(075.8) (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:282069&theme=FEFU>)

### **Дополнительная литература**

*(печатные и электронные издания)*

1. Акустика океана / П. А. Стародубцев, Е. Н. Бакланов, А. П. Шевченко [и др.] Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического рыбохозяйственного университета, 2016, 257стр, А 443 551.46 (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:842659&theme=FEFU>)
2. Звук и ультразвук в учебных исследованиях: учебное пособие / В. В. Майер, Е. И. Вараксина, Долгопрудный: Интеллект, 2011, 335 с., М 142 534(075.8) (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:690531&themeFEFU> )
3. Нелинейная акустика в океанологии / В. П. Кузнецов; [науч. ред. В. А. Акуличев, Москва: Физматлит, 2010, 263 стр. К 891 551.46 (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:299009&theme=FEFU>)
4. 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: Наука, 2009, 496 с. (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:282651&theme=FEFU>)
5. Акустика: учебник для вузов / Ш. Я. Вахитов, Ю. А. Ковалгин, А. А. Фадеев [и др.]; под ред. Ю. А. Ковалгина. Москва: Горячая линия - Телеком, 2009. 660 с. (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:692807&theme=FEFU>)
6. Стохастические уравнения: теория и ее приложения к акустике, гидродинамике и радиофизике [в 2 т.]: т. 2 . Когерентные явления в стохастических динамических системах / В. И. Кляцкин. Москва: Физматлит, 2008. 342 стр. К 527 519.2 (<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:260836&theme=FEFU>)

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

1. Электронный журнал Техническая акустика. <http://www.ejta.org>
2. Шестерень О.В.: Научно- технический сборник «Гидроакустика», выпуск 3. 2002 <http://padabum.com/d.php?id=33396>

## VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочим учебным планом предусмотрено 99 часов самостоятельной работы студента. По каждому занятию предусмотрено выполнение определенного задания с предоставлением отчета, сообщения либо презентации на заданную тему. Каждое задание имеет свой весовой коэффициент. Предусмотрена балльно-рейтинговая оценка текущей успеваемости. Ниже приведена таблица, содержащая задания, с весовыми коэффициентами.

№	Тема	Задание	Форма контроля	Балл
1	Решение волнового уравнения для плоских, сферических и цилиндрических волн	Закрепление лекционного материала	Устный опрос, конспект лекций	2
2	Поле скорости звука в океане	Закрепление лекционного материала	Устный опрос, конспект лекций	1
		Разработка презентации к семинару "Вертикальное распределение скорости звука в океане"	Выступления с презентациями	7
3	Акустические свойства грунта	Разработка презентации к семинару "Картирование дна для задач навигации"	Выступления с презентациями	7
4	Учет рассеяния звука поверхностью моря, реверберация	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа 1	10
5	Распространение звука в мелком море	Закрепление лекционного материала	Устный опрос, конспект лекций	2

№	Тема	Задание	Форма контроля	Балл
6	Распространение звука в слоисто-неоднородной среде	Закрепление лекционного материала	Устный опрос, конспект лекций	2
		Презентация к семинару "Моделирование распространения звука в океане"	Выступления с презентациями	7
7	Гидроакустические шумы и помехи	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа 2	10
		Разработка презентации к семинару "Гидроакустические шумы различного происхождения".	Выступления с презентациями	7
8	Дальность действия гидроакустических приборов	Закрепление лекционного материала	Устный опрос, конспект лекций	1
		Разработка презентации к семинару "Современные системы гидролокации"	Выступления с презентациями	7
9	Энергетическая дальность действия и оптимальные параметры гидролокатора	Закрепление лекционного материала	Устный опрос, конспект лекций	1
		Разработка презентации к семинару "Системы гидроакустической связи и подводной навигации".	Выступления с презентациями	7
		Подготовка к итоговой контрольной работе	Итоговая контрольная работа	29
Всего				100

Для получения экзамена необходимо набрать в течение семестра не менее 61 балла.

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена
От 88% до 100%	«отлично»
От 68% до 87%	«хорошо»
От 61% до 67%	«удовлетворительно»
Менее 61 %	«неудовлетворительно»

Студентам также предлагается подготовить по заинтересовавшей их теме сообщение и выступить с презентацией на занятиях с использованием таких МАО, как семинар.

### **Методические рекомендации для подготовки презентаций**

Тема доклада, для которого готовится презентация, согласовывается с преподавателем заранее, не менее чем за одну неделю до проведения семинара. Обязательны ссылки на источники информации, приоритет должен отдаваться научным публикациям, вышедшим в изданиях индексируемых в базах данных Scopus и WoS. В случае предоставления данных о конструкции изделий должны быть: принцип действия, конструкции, иллюстрации, технические характеристики, основные производители, соотношение цена/качество. Вопросы для контроля усвоения представленного материала, оформленные в виде теста. Число вопросов не менее 5, ответы в тестах не менее 4.

Общие требования к презентации:

- презентация не должна быть меньше 15 слайдов;

- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; фамилия, имя, отчество автора;
- следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации; желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание;
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет и размер шрифта текста;
- последними слайдами презентации должны быть глоссарий и список литературы.

### **Рекомендации по выполнению курсовой работы.**

Студенты должны выполнить курсовую работу «Расчет распространения звука в условиях глубокого моря» для гидрологических условий заданного района океана. Каждому студенту преподаватель выдает номер района акватории согласно Атласу «Климат морей России и ключевых районов Мирового океана» на сайте Межведомственной информационной системы для доступа к ресурсам морских информационных систем и комплексного информационного обеспечения морской деятельности (сайт в сети Интернет <http://portal.esimo.ru>) и сезон, для которого необходимо определить гидрологические условия.

В качестве исходных данных используются: глубина источника излучения, его рабочая частота, угол раскрыва. По результатам расчетов с помощью лучевой модели студенты должны получить зональную структуру акустического поля.

## **VII. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения задания по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы:

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры приборостроения, Ауд. Е628, 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Office Professional Plus 2017 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов;</li> <li>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</li> <li>– Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ);</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– MATLAB R2017a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования, используемый в этом пакете</li> </ul>

## VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В специализированной лаборатории ауд. Е628 установлено мультимедийное оборудование.

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры приборостроения, Ауд. Е628, 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Office Professional Plus 2017 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов;</li> <li>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</li> <li>– Elcut 6.3 Student - программа для проведения инженерного анализа и двумерного моделирования методом конечных элементов (МКЭ);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– MATLAB R2017a - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый</li> <li>– язык программирования, используемый в этом пакете</li> </ul>
--	---

<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
Компьютерный класс, Ауд. Е628	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.
Мультимедийная аудитория	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avertision; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокмутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)





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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ КАФЕДРА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Акустика океана»  
Направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение  
профиль/ специализация/ магистерская программа «Гидроакустика»  
Форма подготовки очная

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

### «Акустика океана»

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час.	Форма контроля
1	1-3,7-10,14,16	Закрепление лекционного материала	45	Устный опрос, конспект лекций
2	4,5,11,13,15,17	Разработка презентаций к семинарам	36	Выступления с презентациями
3	6,12,18	Подготовка к контрольным работам	18	Контрольные работы № 1,2, итоговая контрольная работа

#### Методические рекомендации для подготовки презентаций

Тема доклада, для которого готовится презентация, согласовывается с преподавателем заранее, не менее чем за одну неделю до проведения семинара. Обязательны ссылки на источники информации, приоритет должен отдаваться научным публикациям, вышедшим в изданиях индексируемых в базах данных Scopus и WoS. В случае предоставления данных о конструкции изделий должны быть: принцип действия, конструкции, иллюстрации, технические характеристики, основные производители, соотношение цена/качество. Вопросы для контроля усвоения представленного материала, оформленные в виде теста. Число вопросов не менее 5, ответы в тестах не менее 4.

Общие требования к презентации:

- презентация не должна быть меньше 15 слайдов;
- первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; фамилия, имя, отчество автора;

- следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) презентации; желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание;
- дизайн-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет и размер шрифта текста;
- последними слайдами презентации должны быть глоссарий и список литературы.



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

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Акустика океана»**  
**Направление подготовки – 12.04.01 Приборостроение**  
**профиль/ специализация/ магистерская программа «Гидроакустика»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

## ПАСПОРТ ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 Способностью к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Знает	-уравнения распространения акустических волн, их энергетические характеристики; -прохождение звука через границу сред разной плотности, рефракцию акустического луча; -физические основы нелинейных эффектов и их проявления при распространении акустических сигналов, механизмы взаимосвязи нелинейных эффектов с физическими свойствами сред и контролируемых объектов
	Умеет	строить математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, применять законы отражения и прохождения, дифракции и интерференции, затухания и поглощения акустических волн для расчета основных характеристик акустических приемных и излучающих антенн
	Владеет	-принципами решения прикладных задач низкочастотной акустики, основанными на использовании векторно-фазовых методов; -способами описания акустических полей, базирующихся на векторных и скалярных характеристиках поля в каждой точке акустической волны, способами решения прикладных задач низкочастотной акустики, базирующихся на этих методах; -способами основных принципов анализа явлений в океанической среде при использовании максимально простых методов решения рассматриваемых конкретных задач; -навыками построения математических моделей объектов исследования и выбора численного метода их моделирования, разработкой нового или выбор готового алгоритма решения задачи.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Решение волнового уравнения для плоских, сферических и цилиндрических волн	ПК1	знает умеет владеет	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу.	Вопросы 1-10

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
2	Поле скорости звука в океане	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу; Выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 14-15
			умеет		
			владеет		
3	Акустические свойства грунта	ПК1	знает	Выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 16-18
			умеет		
			владеет		
4	Учет рассеяния звука поверхностью моря, реверберация	ПК1	знает	Контрольная работа 1	Вопросы 19-23
			умеет		
			владеет		
5	Распространение звука в мелком море	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу.	Вопросы 24-27
			умеет		
			владеет		
6	Распространение звука в слоисто-неоднородной среде	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу.	Вопросы 28-43
			умеет		
			владеет		
7	Гидроакустические шумы и помехи	ПК1	знает	Контрольная работа 2; Выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 44-46
			умеет		
			владеет		
8	Дальность действия гидроакустических приборов	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу; Выступления с презентациями на семинаре.	Вопросы 47-50
			умеет		
			владеет		
9	Энергетическая дальность действия и оптимальные параметры гидролокатора	ПК1	знает	Устный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу; Выступления с презентациями на семинаре;	Вопросы 51-53
			умеет		
			владеет		

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
			Итоговая контрольная работа.	

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по  
дисциплине «Акустика океана»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-1 Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	знает (пороговый уровень)	-уравнения распространения акустических волн, их энергетические характеристики; -прохождение звука через границу сред разной плотности, рефракцию акустического луча; -физические основы нелинейных эффектов и их проявления при распространении акустических сигналов, механизмы взаимосвязи нелинейных эффектов с физическими свойствами сред и контролируемых объектов.	Знает физико-математические основы распространения звука в воде.	студент имеет представление о создании и анализе математически моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	61-75
	умеет (продвинутый)	строить математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, применять законы отражения и прохождения, дифракции и интерференции,	умеет применять методы создания и анализа математических моделей, но не всегда грамотно использует	студент способен применять методы создания и анализа математических моделей, но не всегда грамотно использует их при прогнозировании свойств и	76-85

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
		затухания и поглощения акустических волн для расчета основных характеристик акустических приемных и излучающих антенн		поведении объектов профессиональной	
	владеет (высокий)	<p>-принципами решения прикладных задач низкочастотной акустики, основанными на использовании векторно-фазовых методов;</p> <p>-способами описания акустических полей, базирующихся на векторных и скалярных характеристиках поля в каждой точке акустической волны, способами решения прикладных задач низкочастотной акустики, базирующихся на этих методах;</p> <p>-способами основных принципов анализа явлений в океанической среде при использовании максимально простых методов решения рассматриваемых конкретных задач;</p> <p>-навыками построения математических моделей объектов исследования и выбора численного метода их моделирования, разработкой нового или выбор готового</p>	владеет методами решения прикладных задач низкочастотной акустики, описания акустических полей, принципами анализа явлений в океанической среде	студент владеет навыками создания и анализа моделей, свободно использует их при прогнозировании и свойств и поведении объектов профессиональной деятельности	86-100



Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы
		алгоритма решения задачи.		

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

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Акустика океана» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Акустика океана» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, доклады на семинарах, выполнения контрольных работ) по оцениванию фактических результатов обучения студентов 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.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра студент набирает определенное количество баллов, которые переводятся в пятибалльную систему оценки.

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Акустика океана» проводится в соответствии с

локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Согласно учебному плану ОС ВО ДВФУ видом промежуточной аттестации по дисциплине «Акустика океана» предусмотрен «экзамен», который проводится в устной форме.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Перечень типовых вопросов к экзамену**

1. Волновое уравнение и его решение для плоских волн;
2. Вывод формул для давления, колебательной скорости и интенсивности через потенциал скоростей для идеальной среды.
3. Понятие волнового сопротивления.
4. Волновое уравнение для вязкой среды.
5. Основные соотношения акустического поля для плоской волны, распространяющейся в вязкой жидкости.
6. Вывод формул для коэффициентов отражения и прохождения для случая падения плоской волны на границу раздела двух жидкостей.
7. Полное внутреннее отражение.
8. Решение волнового уравнения для сферических и цилиндрических волн.
9. Разложение сферической волны на плоские.
10. Основные соотношения акустического поля для сферической волны.
11. Коэффициент поглощения для вязкой среды с учетом теплопроводности (формула Стокса-Кирхгофа).
12. Коэффициент поглощения за счет релаксационных процессов.
13. Расчет коэффициента затухания на различных частотах.
14. Расчет скорости звука.
15. Типы ВРСЗ.
16. Двух- и трехкомпонентная модели грунта.
17. Вывод формул коэффициентов отражения и прохождения для грунта.

18. Коэффициент отражения с учетом потерь и при малых углах скольжения.
19. Расчета дальнего акустического поля точечного источника, находящегося вблизи поверхности раздела воздух-вода.
20. Ближнее акустическое поле точечного источника вблизи поверхности раздела
21. Условие существования спектральных пучков при рассеянии звуковых волн от статически неровной поверхностью моря.
22. Коэффициент рассеяния высокочастотного звука.
23. Реверберации, типы реверберации.
24. Коэффициент затухания нормальных волн в слое с абсолютно отражающими границами.
25. Учет влияния границ слоя с использованием картины мнимых источников.
26. Нормальные волны в слое с частично отражающими границами.
27. Расчет интенсивности звука в слое с абсолютно отражающими границами и в слое с частично отражающими границами.
28. Понятие слоисто-неоднородной среды.
29. Условия применимости лучевой теории.
30. Траектория акустического луча в случае постоянного градиента скорости звука.
31. Расстояние, проходимое лучом по горизонтали.
32. Интенсивность звука для лучевой трубки, фактор фокусировки, каустики.
33. Геометрическая дальность действия.
34. Траектория луча при любом распределении скорости звука.
35. Понятие фактора аномалии.
36. Расчет акустического поля на основе лучевой картины при заданном вертикальном распределении скорости звука.
37. Подводный звуковой канал.

38. Время пробега.
39. Зоны конвергенции.
40. Антиволновое распространение (характеристика, условия возникновения).
41. Приповерхностный звуковой канал (характеристика, условия возникновения).
42. Влияние слоя скачка на распространение звука в океане.
43. Распространение звука при наличии льда.
44. Источники корабельных шумов и помех, их спектр.
45. Другие виды шумов.
46. Понятие помехоустойчивости.
47. Расчет коэффициента распознавания для режимов шумопеленгования и гидролокации.
48. Полоса пропускания приемного тракта.
49. Сила цели для объектов различной формы.
50. Излучаемая мощность, порог кавитации.
51. Расчет оптимальной частоты для гидролокации и систем связи.
52. Расчет энергетической дальности действия гидролокатора в условиях шумовой помехи.
53. Расчет энергетической дальности действия гидролокатора в условиях реверберационной помехи.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине  
«Акустика океана»**

**Критерии выставления оценки студенту на зачете/ экзамене**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачёта/экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
(От 88% до 100%)	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачёта/экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
		его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
От 68% до 87%	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
От 61% до 67%	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
Менее 61 %	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Назначение контрольно-измерительных материалов – текущий контроль усвоения материала дисциплины «Акустика океана». В соответствии с рабочей учебной программой дисциплины предусмотрено выполнение 3 контрольных работ, в т.ч. одной итоговой, устных опросов.

Студентам также предлагается принять участие в семинарах, для чего необходимо подготовить презентации по заданным темам.

### **Условия применения**

Контроль проводится письменно во время аудиторного занятия.

При проведении контрольной работы студенту выдается бланк, содержащий вопросы по контролируемой теме. Итоговая контрольная работа включает задания по всему курсу. Для ответа на контрольной работе студенту отводится 40 минут. Для успешного прохождения контрольных работ необходимо правильно ответить на 70% вопросов задания. Сообщение о результатах проверки и разбор типичных ошибок проводятся на следующем занятии.

### **Примерные задания для контрольной работы 1**

1. Исходя из уравнений гидродинамики, вывести уравнение для звуковых волн малой амплитуды для идеальной среды.
2. Амплитуда колебательной скорости в плоской гармонической звуковой волне равна  $5 \cdot 10^{-5}$  см/с. Вычислить амплитуду смещения и звукового давления на частоте 100 Гц.
3. Плоская волна частотой 400 Гц распространяется в воздухе, интенсивность волны  $1,2 \cdot 10^{-2}$  Вт/м<sup>2</sup>. Определить плотность энергии и амплитуду колебаний, если температура воздуха 27 °С. Плотность воздуха при температуре 0 °С равна 1,18 кг/м<sup>3</sup>.
4. Используя условия на границе раздела двух жидких сред – равенство акустических давлений и нормальных компонент скорости по обе стороны границы, получить формулы для коэффициентов отражения и прозрачности по давлению.
5. Найти коэффициент прозрачности при прохождении звука из воды в воздух и обратно.

6. Найти коэффициенты отражения и прозрачности при падении плоской звуковой волны на границу раздела глицерин-вода под углом  $45^\circ$ . Плотность глицерина  $1260 \text{ кг/м}^3$ , скорость звука в глицерине –  $1904 \text{ м/с}$ .
7. Вычислить угол полного внутреннего отражения звука частотой  $100 \text{ кГц}$  между водой и анилином. Определить фазу коэффициента отражения и глубину проникновения звука в анилин, но которой при угле падения  $80^\circ$  звуковое давление уменьшится в  $e$  раз. Поглощением звука пренебречь. Плотность анилина  $1022 \text{ кг/м}^3$ , скорость звука в глицерине  $1659 \text{ м/с}$ .
8. Представить сферическую волну, подающую на плоскую границу раздела сред, в виде плоских волн.
9. Вывод коэффициент отражения и прозрачности при падении сферической волны на плоскую границу раздела сред.
10. Вывести формулу для коэффициента затухания звука, обусловленного вязкостью и теплопроводностью.
11. Определить на каком расстоянии от источника затухание уменьшит амплитуду волны в  $100$  раз при частотах  $10$  и  $100 \text{ кГц}$ .
12. Вывести формулу для коэффициента поглощения, связанного с наличием в среде релаксационных процессов.

### **Примерные вопросы для контрольной работы 2**

1. Провести расчет скорости звука вблизи поверхности (глубина  $1 \text{ м}$ ) для Японского и Карского морей в летний период по формулам Вуда Дель-Гроссо. Сравнить результаты расчетов. Гидрологические характеристики Японского моря: температура воды  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , соленость  $33,7 \text{ ‰}$ , гидрологические характеристики Карского моря: температура воды  $1,6 \text{ }^\circ\text{C}$ , соленость  $34 \text{ ‰}$ .
2. Вывести выражения для коэффициента затухания продольной и поперечной волны в грунте.
3. Вывести выражение для скорости звука при трехкомпонентной модели грунта.

4. Получить выражение для звукового давления точечного источника гармонических колебаний в плоско-параллельном однородном слое воды, ограниченном абсолютно податливой средой (атмосферой), с другой – абсолютно твердой средой.
5. Вывести выражение для коэффициента затухания нормальных волн в слое воды, ограниченном абсолютно податливой средой (атмосферой), с другой - абсолютно твердой средой.
6. Источник звука находится на глубине  $Z_0$  в плоскослоистой среде с постоянным отрицательным градиентом скорости звука  $c=c_0 \cdot (1-a \cdot z)$ . Найти геометрическую дальность до границы тени.
7. Какой минимальный радиус кривизны луча, рефракция которого определяется изменением скорости звука, связанным исключительно с увеличением гидростатического давления. Насколько сильно изменится этот радиус, если глубины 1000 м? Температура воды постоянна и равна  $6^\circ\text{C}$ , соленость 35 ‰.
8. Вывести формулу для определения времени пробега луча в плоскослоистой среде.
10. Рассчитать коэффициент ослабления слоем скачка при горизонтальном удалении источника звука до места падения луча на границу сред 3000 м, вертикальном удалении до слоя скачка 70 м, перепад скорости звука на слое скачка 40 м/с, скорость звука 1500 м/с.