

Министерство науки и образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Морские информационные системы

Рабочая программа по дисциплине  
**ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И  
ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

Основная профессиональная образовательная программа высшего образования  
программы бакалавриата по направлению подготовки

17.03.01 Корабельное вооружение

Профиль:

**Морские информационные системы и оборудование**

Квалификация:

**Бакалавр**

Форма обучения:

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

Утверждаю:

Председатель УМС *И.И. Палкин* И.И. Палкин

*Соколов А.Г.* Соколов А.Г.

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

«19» *апреля* 201*8* г., протокол № *4*

Рассмотрена и утверждена на заседании ка-  
федры

«13» *мая* 201*8* г., протокол № *5/18*

Зав. кафедрой *А.Г. Соколов*

Авторы-разработчики:

*В.Б. Жуков* Жуков В.Б.

*А.Г. Соколов* Соколов А.Г.



Санкт-Петербург 2018

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель дисциплины** - сформировать у обучающегося представление о видах приема и передачи акустических волн, распространении в водной среде, методах использования.

### **Основные задачи дисциплины:**

- теоретическое освоение методов расчета и выбора гидроакустических антенн
- приобретение практических навыков анализа электроакустических параметров

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гидроакустические антенны и электроакустические преобразователи» относится к числу дисциплин по выбору вариативной части подготовки по направлению 17.03.01 «Корабельное вооружение».

Дисциплина преподается на основе ранее изученных дисциплин:

- 1) Математика;
- 2) Физика;
- 3) Теоретические основы электротехники;
- 4) Электронные устройства;

и обеспечивает **изучение последующих дисциплин:**

- 1) Конструирование и технология производства гидроакустической аппаратуры;
- 2) Проектирование гидроакустических систем.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций

ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
ПК-2	способность применять методы организации и проведения диагностирования, исследования и испытаний морской техники современными техническими средствами
ПК-6	готовность использовать информационные технологии при разработке проектов новых образцов корабельного вооружения

В результате изучения дисциплины студенты должны:

### **Знать:**

- основные закономерности и принципы распространения гидроакустических сигналов в среде.
- основные типы гидроакустических антенн
- основные виды и классы электроакустических преобразователей

### **Уметь:**

- анализировать и оценивать полученную информацию
- рассчитывать основные характеристики гидроакустических антенн
- определять параметры электроакустических преобразователей

### **Владеть:**

- способностью исследования параметров гидроакустических антенн как объектов морской техники.
- информационными технологиями для анализа проектных решений

-навыками самостоятельной обработки и поиска информации

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание)				
	1	2	3	4	5
Минимальный	Не владеет	Слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	Не умеет	Не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	Не знает	Допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
Базовый	Не владеет	Плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументировано излагает материал
	Не умеет	Выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументировано проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	Не знает	Допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
	Не владеет	Ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области

Продви- нутый	е умеет	Выделяе ос- новные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение ос- новной идеи, но затрудняется выявить ее ос- нования	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруд- нения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориен- тируется в задан- ной области ана- лиза. Понимает ее основания и уме- ет выделить прак- тическое значение заданной области
	е зна- ет	Допуска Нет ошибки при выделении ра- бочей области анализа	Способен изло- жить основное содержание со- временных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание со- временных науч- ных идей в рабо- чей области ана- лиза, способен их сопоставить	Может дать критический анализ совре- менным про- блемам в за- данной области анализа

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

в академических часах)

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>108</b>
в том числе:	
лекции	<b>14</b>
Лабораторные работы	
семинарские занятия	
Практические занятия	<b>28</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>102</b>
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>Экзамен</b>

#### 4.1 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы дисциплины и виды занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаб. работ. Практич.	Самост. работа			
1	Введение	8	2	4	22	Устный опрос	4	ОК-7 ПК-2 ПК-6
2	Электроакустические преобразователи	8	6	14	38	Устный опрос, выполнение заданий	14	
3	Гидроакустические антенны	8	6	10	420	Устный опрос, выполнение заданий	10	
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>	<b>28</b>	<b>480</b>		<b>28</b>	

## 4.2. Содержание рабочей программы:

### Введение

Предмет курса и его задачи. Краткая справка о развитии гидроакустической антенной техники в нашей стране. Содержание курса, его связь с другими дисциплинами.

### Электроакустические преобразователи

Тема 1. Общие сведения о гидроакустических преобразователях и методы описания их работы

Определение и структурная схема гидроакустического преобразователя. Характеристики эксплуатационных условий; требования, предъявляемые к преобразователям. Классификация гидроакустических преобразователей. Основные параметры и характеристики преобразователей, имеющие прикладное значение. Технические, экономические и надежность критерии оценки качества преобразователей.

Преобразователи с одной механической степенью свободы. Энергетический метод. Граничные условия электрической и механической сторон. Преобразователи с распределенными параметрами. Методы приведения к сосредоточенным параметрам. Применение принципа Релея. Энергетические одноконтурные эквивалентные схемы для режимов приема и излучения.

Преобразователи с произвольным числом степеней свободы. Уравнение гидроакустического преобразователя в форме Лагранжа. Определение эквивалентных параметров. Многоконтурные эквивалентные электромеханические схемы для приема и излучения.

Тема 2. Пьезокерамические гидроакустические преобразователи.

Цилиндрические преобразователи. Типовые конструкции радиально и тангенциально поляризованных преобразователей. Спектр собственных частот, формы колебаний. Методы возбуждения различных мод колебаний. Управление частотными характеристиками и характеристиками направленности. Определение эквивалентных параметров. Излучаемая мощность. Чувствительность на резонансе и в полосе частот.

Стержневые преобразователи. Конструкции. Однородные механические колебательные системы. Спектр собственных частот и форм колебаний при различных условиях возбуждения с электрической стороны. Составные механические системы. Роль накладок. Параметры эквивалентной схемы. Режимы излучения. Акустическая мощность, излучаемая на резонансе и вне резонанса. Входное сопротивление преобразователей. Чувствительность на резонансе и низких частотах.

Сферический пьезокерамический преобразователь. Конструкция. Область применения.

Определение эквивалентных параметров. Чувствительность в режиме приема.

Пластинчатые преобразователи, работающие на колебаниях изгиба. Принцип действия. Возможные реализации. Круглые и прямоугольные. Механически однородные и неоднородные. Определение эквивалентных параметров. Зависимость параметров от условий закрепления и толщины пьезоэлементов.

Цилиндрические преобразователи, работающие на колебаниях изгиба. Конструкция. Методы соединения электродов для возбуждения колебаний и съема сигналов. Спектр частот, формы колебаний. Определение эквивалентных параметров. Электроакустические характеристики.

Тема 3. Пути рационального проектирования гидроакустических преобразователей. Основные тенденции в разработке гидроакустических преобразователей. Экономические аспекты проектирования. Проблемы надежности гидроакустических преобразователей. Режим приема. Критерии эффективности ( предельная излучаемая мощность, КПД, коэффициенты запаса прочности).

## I. ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ АНТЕННЫ.

Тема 4. Общие сведения об гидроакустических антеннах.

Классификация антенн. Основные требования, предъявляемые к антеннам. Связь между параметрами гидроакустической антенны на примере дискретной антенны.

Тема 5. Звукопрозрачные антенны.

Модельные представления антенн. Антенна, состоящая из монополей, линейная и поверхностная непрерывные антенны; формулы, определяющие их основные параметры.

Тема 6. Общие методы расчета параметров антенн с учетом граничных условий. Формула Грина. Функции Грина задач Неймана и Дирихле. Примеры функций Грина.

Тема 7. Создание направленности элемента антенны.

Абсолютно мягкие, жесткие и поглощающие экраны. Кардиоидные приемники. Двухслойные, многослойные и объемные антенны.

Тема 8. Некоторые дополнительные сведения об антеннах.

Ближнее поле антенн. Помехоустойчивость антенн. Аддитивные и мультипликативные антенны.

Тема 9. Линейные антенны.

Особенности расчета линейных антенн. Влияние амплитудных и фазовых распределений на направленные свойства непрерывных и дискретных антенн.

Тема 10. Плоские антенны.

Особенности расчета плоских периодических антенн. Влияние периода решетки и направленности элементов на коэффициент концентрации и характеристику направленности плоской периодической антенны. Влияние линейного фазового распределения на параметры плоских антенн.

Тема 11 Криволинейные поверхностные антенны.

Особенности расчета произвольных по конфигурации поверхностных антенн. Влияние формы антенны на коэффициент концентрации. Выбор амплитудного распределения и величины рабочего участка антенны. Круговая цилиндрическая антенна; режимы ее работы.

Тема 12. Понятие о синтезе антенны.

Синтез антенн по заданной характеристике направленности и по критерию максимума коэффициента концентрации. Влияние случайных ошибок возбуждения элементов антенн на их параметры. Адаптивные антенны.

Основные тенденции и направления развития и совершенствования гидроакустических антенн.

### 4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Расчет акустического давления и характеристики направленности антенны в виде отрезка прямой	Опрос и оценка знаний темы	ОК-7 ПК-2 ПК-6
2	2	Параметры плоской звукопрозрачной антенны	Опрос и оценка знаний темы	ОК-7 ПК-2 ПК-6
3	3	Расчет характеристики направленности типа кардиоиды при различных углах компенсации	Опрос и оценка знаний темы	ОК-7 ПК-2 ПК-6
4	3	Параметры линейной эквидистантной решетки	Опрос и оценка знаний темы	ОК-7 ПК-2 ПК-6

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 5.1. Текущий контроль

Лабораторные работы, практические занятия

### 5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы

Целью самостоятельной работы является повышение уровня знаний студентов, их умения ориентироваться в аспектах профессиональной деятельности, приобретение навыков, практических знаний в дальнейшей профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа дает возможность студентам проверить, а преподавателю решить задачи контроля уровня усвоения рассматриваемых тем, выявить пробелы в знаниях и наметить пути их устранения. Самостоятельная работа способствует выработке у студентов умений грамотно и четко формировать и излагать свои мысли, вести творческую дискуссию, отстаивать свои мнения и убеждения. По темам дисциплины дан перечень наиболее важных вопросов курса, а также список литературы. При подготовке к лабораторному занятию необходимо обращаться к конспекту лекций и первоисточникам.

Важным этапом самостоятельной подготовки является изучение соответствующих разделов в учебниках и учебных пособиях, и только после этого, когда уже имеется теоретическая база для уяснения более сложного материала, нужно приступить к выполнению практических и лабораторных заданий.

### 5.3. Промежуточный контроль: экзамен

#### Перечень вопросов к экзамену

1. Определение и структурная схема гидроакустического преобразователя.
2. Основные параметры и характеристики преобразователей, имеющие прикладное значение.
3. Преобразователи с одной механической степенью свободы.
4. Технические, экономические и надежность критерии оценки качества преобразователей.
5. Преобразователи с распределенными параметрами.
6. Применение принципа Релея.
7. Уравнение гидроакустического преобразователя в форме Лагранжа.



8. Определение эквивалентных параметров.
9. Цилиндрические преобразователи.
10. Спектр собственных частот, формы колебаний.
11. Управление частотными характеристиками и характеристиками направленности.
12. Однородные механические колебательные системы.
13. Составные механические системы.
14. Акустическая мощность, излучаемая на резонансе и вне резонанса.
15. Сферический пьезокерамический преобразователь. Конструкция. Область применения.
16. Определение эквивалентных параметров. Чувствительность в режиме приема
17. Цилиндрические преобразователи, работающие на колебаниях изгиба.
18. Методы соединения электродов для возбуждения колебаний и съема сигналов.
19. Определение эквивалентных параметров. Электроакустические характеристики.
20. Входное сопротивление преобразователей.
21. Пути рационального проектирования гидроакустических преобразователей.
22. Экономические аспекты проектирования.
23. Режим приема. Критерии эффективности (предельная излучаемая мощность, КПД, коэффициенты запаса прочности)
24. Классификация антенн.
25. Основные требования, предъявляемые к антеннам.
26. Связь между параметрами гидроакустической антенны на примере дискретной антенны.
27. Модельные представления антенн.
28. Формула Грина.
29. Функции Грина задач Неймана и Дирихле.
30. Абсолютно мягкие, жесткие и поглощающие экраны.
31. Ближнее поле антенн.
32. Аддитивные и мультипликативные антенны.
33. Особенности расчета линейных антенн.
34. Влияние амплитудных и фазовых распределений на направленные свойства непрерывных и дискретных антенн.
35. Особенности расчета плоских периодических антенн.
36. Влияние линейного фазового распределения на параметры плоских антенн.
37. Круговая цилиндрическая антенна; режимы ее работы.
38. Особенности расчета произвольных по конфигурации поверхностных антенн.
39. Синтез антенн по заданной характеристике направленности и по критерию максимума коэффициента концентрации.
40. Влияние случайных ошибок возбуждения элементов антенн на их параметры.
41. Адаптивные антенны
42. Особенности расчета плоских периодических антенн.

### **Критерии оценивания**

- оценка «отлично»: способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области;
- оценка «хорошо»: свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков

сравнения основных идей и концепций в проблемной области;

- оценка «удовлетворительно»: владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал;
- оценка «неудовлетворительно»: плохо ориентируется в терминологии и содержании;

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основные учебные издания**

1. Потапов, Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для бакалавриата и специалитета / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 196 с. — (Серия : Бакалавр и специалист). — ISBN 978-5-534-05369-2. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/D8C0A7CD-78A4-43D8-AEDB-81612B00E7BC](http://www.biblio-online.ru/book/D8C0A7CD-78A4-43D8-AEDB-81612B00E7BC)

2. Антенны и устройства (свч): расчет и измерение характеристик : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов, С. Н. Шабунин ; под общ. ред. Ю. Е. Мительмана. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 138 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-08002-5. Режим доступа : <https://biblio-online.ru/book/20AC03E8-5F1B-4197-9FE2-844734DD5AD3/antenny-i-ustroystva-svch-raschet-i-izmerenie-harakteristik>

### **б) Дополнительные издания**

1. Гольдштейн, А. Е. Физические основы получения информации : учебник для прикладного бакалавриата / А. Е. Гольдштейн. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 291 с. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/06EAD80E-5740-49B1-92E9-D712C2AC9719/fizicheskie-osnovy-polucheniya-informacii>

2. Моделирование антенных устройств в Matlab с использованием пакета расширения Antenna Toolbox: Практическое пособие / Типикин А. - М.:СОЛОН-Пр., 2016. - 116 с.: (Обложка) ISBN 978-5-91359-197-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/908689>

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

- windows 7
- office 2007
- dr Web

### *Информационно-справочные системы:*

- <https://biblio-online.ru> – ЭБС Юрайт
- <http://znanium.com> – ЭБС Знаниум
- <http://www.prospektnauki.ru> – ЭБС Проспект науки
- <http://elib.rshu.ru> ЭБС ГидроМетеоОнлайн
- <https://нэб.рф> - Национальная электронная библиотека

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В настоящее время в рамках учебного процесса по данной дисциплине все большее значение приобретает самостоятельная работа студентов. Это объясняется, прежде всего, тем, что постоянно возрастает количество учебного и теоретического материала, которым необходимо овладеть студенту в процессе изучения данной дисциплины. В ходе проведения аудиторных занятий по дисциплине возникает проблема нехватки времени на углубленное изучение определенных вопросов, связанных с рассмотрением различных вопросов Распределенных вычислений и приложений.

Самостоятельная работа дает возможность студентам проверить, а преподавателю решить задачи контроля уровня усвоения вопросов изучения Распределенных вычислений и приложений, выявить пробелы в знаниях и наметить пути их устранения. Самостоятельная работа способствует выработке у студентов умений грамотно и четко формировать и излагать свои мысли, вести творческую дискуссию, отстаивать свои мнения и убеждения. По темам дисциплины дан перечень наиболее важных вопросов курса, а также список литературы.

Важным этапом самостоятельной подготовки является изучение соответствующих разделов в учебниках и учебных пособиях, и только после этого, когда уже имеется теоретическая база для уяснения более сложного материала, нужно приступить к изучению литературы, содержащей информацию по проблемным вопросам темы.

#### **8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Не используются

#### **9. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья

таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2019/2020 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры «Морские информационные системы»

от 28 августа 2019 № 8/19