

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева  
Дальневосточного отделения Российской академии наук**

**СОГЛАСОВАНО**

Ученым советом ТОИ ДВО РАН  
протокол № 9 от «25» октября 2018 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТОИ ДВО РАН  
к.г.н.



В.Б. Лобанов

«25» октября 2018 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного экзамена в аспирантуру  
по специальности 01.04.06 – «Акустика»**

Форма подготовки  
очная

Владивосток  
2018

Настоящая программа разработана на основе программы кандидатского минимума, разработанной экспертным советом ВАК при Минобрнауки РФ.

## **I. Основные уравнения акустического поля и их решение**

1. Уравнения гидродинамики идеальной жидкости.
2. Уравнение распространения звука в идеальной жидкости (волновое уравнение).
3. Уравнение распространения звука в вязкой жидкости.
4. Плоские волны в идеальной и вязкой средах.
5. Сферические волны. Решение волнового уравнения в сферических координатах.
6. Энергия звуковых волн. Поток энергии.
7. Скорость распространения звука. Групповая и фазовая скорости. Дисперсия скорости звука.

## **II. Поглощение акустических волн**

8. Результаты классической теории.
9. Релаксационная теория поглощения.
10. Поглощение звука в морской воде.

## **III. Элементы теории излучения**

11. Анализ условий излучения упругих волн. Характеристики излучателей.
12. Звуковое поле пульсирующей сферы. Присоединенная масса. Мощность излучения.
13. Собственные колебания сферических объектов. Пузырек газа в жидкости и резонатор Гельмгольца.
14. Звуковое поле осциллирующей сферы.
15. Излучение диполя вблизи жесткой границы и свободной поверхности.
16. Излучение звука плоскими источниками. Дальнее и ближнее поле плоского излучателя.

## **IV. Отражение и преломление звука на границах раздела двух сред**

17. Отражение и преломление звука при нормальном падении на плоскую границу.
18. Отражение и преломление звука при наклонном падении на плоскую границу.

19. Прохождение звука через плоский слой.
20. Отражение звука от идеальных и реальных границ.
21. Рефракция звуковых лучей в океане. Сила звука, фактор фокусировки, каустики.

#### **V. Распространение звука в каналах и трубах**

22. Волноводное распространение звука.
23. Нормальные волны в слое с абсолютно и частично отражающими границами.
24. Нормальные волны в трубах.
25. Распространение звука в подводном звуковом канале.

#### **VI. Рассеяние звуковых волн**

26. Рассеяние плоской волны на сфере.
27. Рассеяние плоской волны на пузырьках газа в жидкости.
28. Рассеяние звука взволнованной поверхностью океана.
29. Отражение и рассеяние звука дном океана.
30. Рассеяние звука в толще океана.

#### **VII. Рассеяние звука в случайно неоднородных средах**

31. Флуктуации времени пробега и фазы звуковых волн.
32. Флуктуации интенсивности звуковых волн.
33. Спектр флуктуаций амплитуды звуковых волн.
34. Экспериментальные исследования флуктуаций звука.

#### **VIII. Распространение звука в твердых телах**

35. Упругие волны в трехмерной среде.
36. Отражение и преломление звука на границе «жидкость-твердое тело».
37. Поверхностные волны.
38. Нормальные волны в пластинах.

#### **IX. Шумы океана**

39. Основные характеристики шумовых полей. Шумовые поля в океане.
40. Спектрально-энергетические характеристики динамических шумов океана.
41. Анизотропия поля шумов океана.
42. Звуковые шумы, вызванные кавитацией в приповерхностном слое океана.

## Х. Акустика дыхания

43. Шумообразование дыхательных звуков.
44. Распространение звуков в дыхательной системе.
45. Обработка сигналов в анализе дыхательных звуков.
46. Инструментальные методы и средства.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бреховских Л.М., Агеева Н.С., Андреева И.Б., Воловов В.И., Житковский Ю.Ю., Лысанов Ю.П., Фурдуев А.В., Чупров С.Д., Швачко Р.Ф. Акустика океана. М.: Наука, 1974.
2. Бреховских Л.М., Гончаров В.В. Введение в механику сплошных сред. М.: Наука, 1982.
3. Бреховских Л.М., Лысанов Ю.П. Теоретические основы акустики океана. Л.: Гидрометеиздат, 1982.
4. Гурбатов С.Н., Руденко О.В. Нелинейная акустика в задачах. М.: МГУ, 1990.
5. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. М.: Наука, 1966.
6. Исакович М.А. Общая акустика. М.: Наука, 1973.
7. Каменкович В.М., Монин А.С. Физика океана. М.: Наука, 1984.
8. Красильников В.А. Введение в акустику. М.: Наука, 1992.
9. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. М.: Наука, 1984.
10. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953.
12. Лепендин Л.Ф. Акустика. М.: Высшая школа, 1978.
13. Руденко О.В., Солуян С.И. Теоретические основы нелинейной акустики. М.: Наука, 1984.
14. Чернов Л.А. Волны в случайно неоднородных средах. М.: Наука, 1977.

Программа рассмотрена, обсуждена и одобрена на семинаре Отдела акустики океана и Отдела технических средств исследования океана ТОИ ДВО РАН «16» октября 2018 г.

Председатель семинара  
зав. отделом  
академик РАН



Г.И. Долгих