

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»
(СПбГМТУ)**

ПРИНЯТО

На заседании ученого
совета ФЕНГО

« 18 » 03 2014 г.
(протокол № 3)



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по НР СПбГМТУ

А.К. ФИЛИМОНОВ

« 19 » 03 2014 года

**ПРОГРАММА
вступительного экзамена в аспирантуру**

по направлению 03.06.01
«Физика и астрономия»

по профилю
«Акустика»

Санкт-Петербург
2014

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: теория колебаний, основы акустики, общая акустика, техническая акустика, физическая акустика. Настоящая программа разработана на кафедре физики СПбГМУ на основе номенклатуры специальностей научных работников применительно к направлению «Физика и астрономия» 03.06.01, профиль – Акустика.

1 Теория колебаний и волн

Линейные и нелинейные колебательные системы с одной степенью свободы. Явление резонанса. Импульсная переходная и частотная передаточная характеристики линейной системы. Резонатор Гельмгольца. Сферически - симметричные колебания газового пузырька в жидкости. Уравнение Рэлея.

Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания, теорема взаимности.

Собственные и вынужденные колебания распределенных систем конечных размеров. Разложение вынужденных колебаний по собственным функциям системы (модам).

Колебания недеформируемых тел, погруженных в жидкость. Сила сопротивления колебаниям сферы в идеальной и вязкой среде.

Распространение волнового пакета в дисперсионной среде. Фазовая и групповая скорости. Теория дисперсии Манделъштама—Леонтовича. Физические причины появления зависимости скорости звука от частоты.

Принцип Гюйгенса—Френеля. Формулы Грина и Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракция на круглом и прямоугольном отверстии (экране), принцип Бабиня.

Излучение звука пульсирующей и колеблющейся сферами. Монопольное и дипольное излучение, сопротивление излучению и присоединенная масса. Поршневой излучатель в плоском экране. Ближнее и дальнее поле. Характеристика направленности. Синтез антенны по заданной диаграмме направленности.

Волны в средах с крупномасштабными неоднородностями. Приближение геометрической акустики. Уравнения Эйконала, переноса, дифференциальное уравнение луча. Лучи и поле волны в слоисто-неоднородных средах. Ход лучей в подводном звуковом канале.

Волны в узких трубах переменного сечения, уравнение Вебстера. Акустические волноводы (плоский слой, волноводы с прямоугольным и круглым сечением). Нормальные волны.

2 Общая акустика

Основные уравнения звукового поля, как результат линеаризации нелинейных уравнений гидродинамики (состояния, неразрывности и движения). Параметры звукового поля: давление в звуковой волне, вектор колебательной скорости и плотность.

Волновое уравнение. Потенциал скорости. Плоские, сферические и цилиндрические волны в жидкости. Волновое сопротивление. Типы.

Интенсивность, мощность и энергия звуковой волны. Скорость звука. Лучевая акустика. Рефракция лучей. Затухание и поглощение звука.

Отражение и преломление волн на границе раздела жидких и твердых изотропных сред. Явление полного внутреннего отражения.

Волноводное распространение звука. Лучевая трактовка. Нормальные волны. Метод мнимых источников.

3 Техническая акустика

Излучающие и приёмные электроакустические преобразователи. Метод электромеханических аналогий. Материалы для пьезоэлектрических и магнитострикционных преобразователей. Коэффициент электромеханической связи. Частотные характеристики,

коэффициент нелинейных искажений. Коэффициент полезного действия излучателей и помехоустойчивость приемников.

Преобразователи для воздушной среды. Диффузорные и рупорные громкоговорители. Микрофоны - приемники звукового давления и градиента давления. Газодинамические источники звука, свистки, сирены.

Механические, аэродинамические и гидродинамические источники шумов. Транспортные шумы.

Звукопоглощение и звукоизоляция. Звукопоглощающие материалы и конструкции для воздушной среды. Пористые материалы, резонансные поглотители. Активные методы подавления шума.

Статистическая и волновая теория акустики помещений. Оптимальное время реверберации. Акустика больших помещений (неравномерность поля, искажения нестационарных сигналов, явление эхо) и методы ее улучшения.

Методы акустических измерений и калибровки преобразователей. Специальные помещения и установки для измерений в воздухе и в воде. Заглушенная камера, заглушенный гидробассейн.

Ультразвуковые технологии (осаждение аэрозолей, очистка поверхностей, дегазация жидкостей, эмульгирование, обработка материалов, сварка).

Ультразвуковая медицинская диагностика. Интенсивный ультразвук в терапии и хирургии.

Ультразвуковые методы измерений и неразрушающего контроля. Дефектоскопия промышленных изделий, строительных материалов и конструкций.

4 Физическая акустика

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

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

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

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

Распространение звука в движущейся среде. Движущиеся источники. Эффект Доплера. Излучение при сверхзвуковом движении, переходное излучение.

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

Аэродинамическая генерация звука. Уравнение Лайтхилла.

Радиационное давление и акустические течения.

Римановы (простые) волны. Акустическое число Маха. Искажение профилей бегущих волн, генерация гармоник. Взаимодействие плоских волн и пучков.

Примечание: при подготовке к вступительному экзамену по техническим наукам внимание поступающих акцентируется на разделах 1, 2 и 3, а по физико-математическим наукам – на разделах 1, 2 и 4.

Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. – М.: Наука, 1986.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. – М.: Наука, 1987.
3. Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. – М.: Наука, 1989.
4. Мигулин В.В., Медведев В.И., Мустель Е.Р., Парыгин В.Н. Основы теории колебаний. – М.: Наука, 1988.
5. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. – М.: Наука, 1990.
6. Лепендин Л.Ф. Акустика. – М.: Высшая школа. 1978.
7. Скучик Е. Простые и сложные колебательные системы. – М: Мир, 1971.
8. Скучик Е. Основы акустики. Т 1, 2. – М: Мир, 1976,
9. Красильников В.А., Крылов В.В. Введение в физическую акустику. – М.: Наука, 1984.

10. Акустика в задачах / под ред. С.Н. Гурбатова, О.В. Руденко. – М.: Наука, 1996.
11. Клещев А.А., Клюкин И.И. Основы гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1987.
12. Клещев А.А. Дифракция и распространение волн в упругих средах и телах. – СПб.: Влас, 2002.
13. Шендеров Е.Л. Волновые задачи гидроакустики. – Л.: Судостроение, 1972.
14. Шендеров Е.Л. Излучение и рассеяние звука. – Л.: Судостроение, 1989.
15. Лямшев Л.М. Радиационная акустика. – М.: Наука, 1996.
16. Боголепов И.И., Ксенофонтов К.Д., Легуша Ф.Ф. Распространение звуковых волн в слоистых средах. Часть 1. Учебное пособие. – СПб.: Изд. Центр СПбГМТУ, 2001.

Дополнительная литература

1. Наугольных К.Д., Островский Л.А. Нелинейные волновые процессы в акустике. – М.: Наука, 1990.
2. Кайно Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов. – М.: Мир, 1990.
3. Клещев А.А. Гидроакустические рассеиватели. – СПб.: Судостроение, 1992.
4. Агранат Б.А., Дубровин М.Н., Хавский Н.Н., Эскин Г.И. Основы физики и техники ультразвука. – М.: Высшая школа, 1987.
5. Балакший В.И., Парыгин Е.П., Чирков Л.Е. Физические основы акустооптики. – М.: Радио и связь, 1985.
6. Применение ультразвука в медицине. Физические основы / Под ред. К.Хилла. – М.: Мир, 1989.
7. Гутин Л.Я. Избранные труды. – Л.: Судостроение, 1977.
8. Лайтхилл Дж. Волны в жидкостях. – М.: Мир, 1981.
9. Свердлин Г.М. Прикладная гидроакустика. – Л.: Судостроение, 1976.
10. Абрамов О.В., Хорбенко И.Г., Швекла Ш. Ультразвуковая обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1984.
11. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны. – М.: Мир, 1977.
12. Боголепов И.И. Архитектурная акустика. – СПб.: Астерион, 2001.

Программа вступительного экзамена по профилю – акустика обсуждена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры 11 марта 2014 г., протокол № 3.

Автор – составитель программы,
д.ф.-м.н., профессор



А.А. Клещев

Зав. кафедрой физики,
д.ф.-м.н., профессор



Ф.Ф. Легуша

Декан ФЕН и ГО,
профессор



Е. А. Кротов

Зав. отделом аспирантуры и
докторантуры, доцент, к.т.н.



Т. И. Перегудова