

Министерство науки и высшего образования РФ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»
(СПбГМТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

Е. Р. Счисляева



ПРОГРАММА

вступительного экзамена для поступающих в аспирантуру

1.3. Физические науки

шифр и наименование группы научных специальностей

1.3.7 Акустика

шифр и наименование научной специальности

Введение

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности 1.3.7. «Акустика» составлена на основе федеральных государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки аспирантов по группе научных специальностей 1.3. Физические науки.

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: теория колебаний, основы акустики, общая акустика, техническая акустика, физическая акустика.

Программа вступительного экзамена в аспирантуру разработана в соответствии с федеральными государственными стандартами высшего профессионального образования ступеней «специалист», «магистр».

Лица, желающие поступить в аспирантуру по данной научной специальности, должны показать свою подготовленность к продолжению образования и продемонстрировать наличие компетенций по следующим вопросам.

Вопросы для вступительных экзаменов

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 Мандельштама—Леонтовича. Физические причины появления

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.

Программа разработана научными руководителями кафедр, осуществляющих подготовку аспирантов по данной научной специальности

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела аспирантуры _____



Л. В. Кох