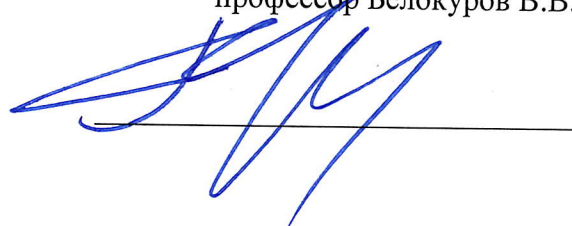


«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Направление подготовки 03.04.02 «Физика»

Магистерская программа

«ФИЗИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ АКУСТИКА»

Билет № 1

1. Приближение (модель) сплошной среды как основа математического описания динамики конкретных сред (жидкости и газы, твердые упругие среды). Основные этапы получения уравнений акустических (упругих) волн в названных средах исходя из уравнений модельной сплошной среды.
2. Импульсные и резонансные методы измерения скорости и поглощения упругих волн в твердых телах. Факторы, влияющие на точность измерения этих величин.
3. Метод точечных отображений в теории нелинейных динамических систем. Лестница Ламерея. Неподвижные и циклические точки. Итерированные отображения.

Билет № 2

1. Различные типы гидродинамических волн неакустической природы (два типа поверхностных волн, внутренние, гироскопические, волны Россби) и вызывающие их факторы.
2. Волноводы с медленно меняющимся поперечным сечением. Уравнение Вебстера и его решение. Критические частоты. Входной импеданс конического рупора, его частотная зависимость.
3. Фазовые превращения. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма бинарной системы с неограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическая реакция. Механические свойства эвтектических сплавов.

Билет № 3

1. Уравнения гидродинамики идеальной жидкости, их линеаризация; волновое уравнение. Плоские и сферически-симметричные волны в однородной безграничной среде, их основные свойства, волновой импеданс.
2. Влияние механических и тепловых воздействий на прочность и пластичность металлов. Деформационное упрочнение. Коэффициент деформационного упрочнения. Источник Франка-Рида. Виды термической обработки.
3. Ультразвуковое разрушение почечных камней – экстракорпоральная литотрипсия. Ударно-волновые источники: электромагнитные, электроразрядные, пьезоэлектрические. Механизмы разрушения почечных камней.

Билет № 4

1. Волновое уравнение линейной акустики вязкой и теплопроводящей жидкой среды. Какие сведения дает соответствующее дисперсионное соотношение о коэффициенте затухания и о дисперсии акустической волны. Признаки ограниченности данной модели. Суть модели среды с релаксацией.
2. Основы статистической теории реверберации. Диффузное поле. Формула Сэбина.
3. Тепловые эффекты, вызываемые ультразвуком. Основы ультразвуковой терапии. Хирургия с помощью высокоинтенсивного фокусированного ультразвука. Продольный и поперечный размеры фокальной области. Понятие о тепловом индексе.

Билет № 5

1. Отражение и преломление плоских волн на плоской границе раздела двух жидких или газообразных идеальных сред; граничные условия, коэффициенты отражения и прохождения. Условие согласования двух сред; явление полного внутреннего отражения.
2. Шкалы и единицы измерения громкости звука. Закон Вебера–Фехнера. Порог слышимости. Уровень звука. Эффект маскировки.
3. Распространение звука в водном слое с переменной глубиной. Лучевая и модовая картина в береговом клине.

Билет № 6

1. Феноменологическое описание упругих свойств твердых тел. Термодинамические потенциалы. Механическое и термодинамическое напряжения. Уравнения состояния твердых тел. Коэффициенты упругости высших порядков.
2. Простые римановы волны. Применение метода медленно изменяющегося профиля для упрощения нелинейных уравнений. Неявное решение уравнения простых волн и искажение профиля волны. Образование и эволюция разрывов в профиле.
3. Оценка скорости движения рассеивателей по доплеровскому сдвигу. Принцип действия и типичное устройство импульсного доплеровского измерителя скорости кровотока

Билет № 7

1. Ламинарные и турбулентные течения. Возможные сценарии перехода к турбулентности. Однородная изотропная турбулентность. Генерация шума турбулентностью.
2. Нормальные волны в регулярном волноводе прямоугольного сечения, заполненном жидкостью. Распространяющиеся и нераспространяющиеся моды. Критические частоты. Геометрическая дисперсия, частотные зависимости фазовой и групповой скоростей для мод разных порядков.
3. Упругие волны малой амплитуды в анизотропных твердых телах. Уравнение движения и его решение. Тензор Грина- Кристоффеля.

Билет № 8

1. Рассеяние на слабо шероховатой поверхности. Метод Рэлея на примере расчета рассеяния плоской волны на абсолютно мягкой шероховатой поверхности с синусоидальным профилем.
2. Шум аэродинамического происхождения. Уравнение Лайтхилла, его решение для дальнего поля. Источники звука в потоке. Шум дозвуковой турбулентной струи (собственный и сдвиговый шум, локализация источников, спектры, закон «8-й степени»).
3. Упруго- и электроакустические эффекты в твердых телах.

Билет № 9

1. Приближение геометрической акустики для плавно неоднородной неподвижной среды. Уравнения эйконала и переноса и их физический смысл. Дифференциальное уравнение луча. Пределы применимости приближения геометрической акустики.
2. Звукоизоляционные свойства жидкого плоскопараллельного слоя. Закон массы. Согласование двух сред с помощью четвертьволнового слоя.
3. Экспериментальные методы исследования линейных и нелинейных упругих свойств твердых тел.

Билет № 10

1. Строение кристаллических тел. Пространственные решетки Бравэ. Плотнейшие упаковки. Дефекты кристаллической структуры. Закон Шмида. Закон Холла-Петча.
2. Особенности формирования акустического волновода в мелком море. Модовое представление поля. Профиль мод. Фазовая и групповая скорости мод. Модель океана в виде волновода Пекериса.
3. Ультразвуковая визуализация в медицине. Принципы визуализация в режимах А, В и М. Пространственное разрешение.

Билет № 11

1. Связь гидродинамики и акустики; примеры гидродинамических процессов при акустическом воздействии и проявление этого взаимовлияния в обратном направлении. Основные гидродинамические источники звука (шума).
2. Основные методы неразрушающего контроля и микроскопии (с использованием электромагнитных, акустических и тепловых волн).
3. Типы особых точек динамических систем. Виды устойчивости: по Ляпунову, асимптотическая, орбитальная (по Пуанкаре).

Билет № 12

1. Физические механизмы акустической нелинейности твердых тел. Классическая и структурная нелинейности.
2. Образование каверн (пузырьков) в жидкости и их динамика. Кавитация гидродинамическая и акустическая. Уравнение Рэлея для описания динамики кавитационного пузырька (при каких предположениях получено, какие модельные задачи позволяет решать). Основные дополнительные факторы, влияющие на динамику кавитационного пузырька.
3. Сингулярно возмущенные задачи. Метод сращиваемых асимптотических разложений. Двумерная задача о колебательном движении вязкой жидкости в трубе. Пограничный слой.

Билет № 13

1. Основные механизмы генерации фотоакустического сигнала в различных средах и способы его регистрации.
2. Нелинейные акустические пучки. Уравнения Хохлова-Заболотской и Хохлова-Заболотской-Кузнецова. Несимметричное искажение профиля волны. Принцип работы параметрических излучателей.
3. Отношение правдоподобия. Обнаружение известного акустического сигнала на фоне аддитивной помехи. Согласованная фильтрация и корреляционный прием.

Билет № 14

1. Особенности формирования акустического волновода в глубоком море, подводный звуковой канал. Лучевая картина. Уравнение траектории луча и время распространения. Каустики.
2. Распространение акустической волны через жидкость с пузырьками в линейном приближении. Подходы к описанию этого же процесса в нелинейном режиме.
3. Унимодальные отображения и отображение Фейгенбаума в теории нелинейных динамических систем. Каскад бифуркаций удвоения периода. Динамический хаос. Модель Лоренца.

Билет №15.

1. Кавитация как причина повреждения биологической ткани. Виды кавитации. Пороги кавитации. Механический индекс и его использование для оценки безопасности режимов ультразвукового обследования.
2. Эффекты радиационного давления (напряжения) и акустических течений при распространении акустических волн в жидких средах. Подходы к количественному описанию этих эффектов.
3. Нелинейные акустические волны в диссипативных средах. Уравнение Бюргерса и его точные решения. Подстановка Хопфа-Коула. Решения Хохлова и Фейя.