

**Темы курсовых работ, предлагаемых на кафедре акустики
для студентов второго курса в 2022/23 учебном году.**

<http://acoustics.phys.msu.ru> - сайт кафедры акустики.

Ответственный за работу со студентами второго курса – младший научный сотрудник
Кокшайский Алексей Иванович, комн. 4-65а, super_trouper@mail.ru

**профессор Коробов Александр Иванович, доцент Одина Наталья Ивановна,
н.с. Ширгина Наталья Витальевна, м.н.с. Кокшайский Алексей Иванович**
к. 4-65а вторник, четверг после 13-00
aikor42@mail.ru, niodina@mail.ru, super_trouper@mail.ru

1. Современные акустические методы диагностики твёрдых тел.
2. Воздушный ультразвук.
3. Лазерная доплеровская виброметрия.
4. Упругие волны в неконсолидированных средах.
5. Эффекты быстрой и медленной динамики в твердых телах с дефектами.
6. Особенности упругих свойств материалов в области фазовых переходов.
7. Фотоакустические методы исследования упругих параметров твердых тел.
8. Экспериментальное исследование упругих свойств акустических метаматериалов.
9. Численное моделирование упругих свойств акустических метаматериалов.
10. Современные методы автоматизации акустического эксперимента.

профессор Сапожников Олег Анатольевич
к. 3-66 oleg@acs366.phys.msu.ru

1. Акустическая голография.
2. Как увидеть звук с помощью света.
3. Как акустические волны давят на препятствия.
4. Как получают ультразвуковые изображения в медицине.

доцент Андреев Валерий Георгиевич
к. 3-67 andreev@acs366.phys.msu.ru

1. Направленная доставка лекарств в опухолевую ткань с использованием наночастиц, эффектов акустической кавитации и локального ультразвукового нагрева.
2. Акустическая кавитация в жидкости и биологической ткани.
3. Физические механизмы возникновения звуковых тонов в сердце.
4. Диагностики легочной гипертензии с помощью анализа звуковых тонов сердца.
5. Как сделать оптически прозрачный экран для защиты от микроволнового излучения.

доцент Кравчун Павел Николаевич
к. Ц-23 8-916-382-80-62 gedackt@mail.ru

1. Шум турбореактивных самолётов: основные источники и методы снижения (в кабине, в салоне и на местности). Шум самолётов авиации общего назначения. Процедурные методы снижения шума самолетов. Влияние конструктивных схем самолетов на шум в салоне и на местности.
2. Основы архитектурной акустики.
3. Основные критерии акустического качества помещений.
4. Акустические проблемы в теории музыкальных строев (строй Пифагора, чистый строй, равномерно темперированный строй).
5. Понятие тембра музыкального инструмента, влияние переходных процессов, объективных и субъективных факторов.

1. Методы медицинской акустической томографии:

- 1.1. Программирование и сбор данных в среде LabView для нелинейного томографа (**эксперимент, компьютер**)
- 1.2. Расчёт и создание усилителей и фильтров в медицинской диагностической аппаратуре (**эксперимент**)
- 1.3. Особенности генерации сигналов при нелинейном взаимодействии акустических пучков (**теория, эксперимент**)
- 1.4. Ускорение обработки экспериментальных данных с использованием технологии параллельной обработки CUDA на базе видеокарт Nvidia (**компьютер**)
- 1.5. Восстановление характеристик биологических объектов при помощи ультразвукового томографа с кольцевой антенной решёткой (**эксперимент**)
- 1.6. Использование собственного акустического теплового излучения человека для диагностики онкологических процессов (**эксперимент**)
- 1.7. Применение корреляционных методов обработки сигналов в акустических томографах (**теория**)
- 1.8. Нейросети в задачах томографии (**теория, компьютер**)

2. Строгие математические методы в задачах медицинской диагностики и в акустике океана:

- 2.1. Решение задачи распространения акустической волны в сложной неоднородной среде (**теория, компьютер**)
- 2.2. Строгий функциональный метод определения характеристик биологической ткани (**компьютер**)
- 2.3. Оценка акустических параметров фантомов биологических объектов в ультразвуковом медицинском томографе на основе алгоритма Новикова (**эксперимент, компьютер**)
- 2.4. Восстановление характеристик дна на шельфе северных морей с учётом многоканального рассеяния звука (**компьютер, теория**)

3. Акустическая томография океана:

- 3.1. Активно-пассивная томография мелкого моря (**теория, компьютер, эксперимент**)
- 3.2. Томография движущегося океана (**теория, компьютер**)
- 3.3. Восстановление параметров океанического дна методами томографии (**компьютер, теория**)

4. Экспериментальная гидроакустика природных сред:

- 4.1. Программирование микроконтроллеров для систем сбора данных (**компьютер, электроника**)
- 4.2. Распространение звука в верховом болоте (**эксперимент**)
- 4.3. Разработка и позиционирование антенных систем (**эксперимент**)
- 4.4. Компьютерная обработка больших массивов данных (**компьютер**)
- 4.5. Проведение гидроакустического эксперимента в полевых условиях (**эксперимент**)
- 4.6. Обнаружение и оценка параметров подводных объектов (**эксперимент, компьютер**)
- 4.7. Изучение акустических полей природного и антропогенного характера в водоёмах (**эксперимент, компьютер**)
- 4.8. Исследование шельфовой зоны северных морей (**теория, компьютер**)

5. Акустика композитных материалов

- 5.1. Моделирование волновых процессов в сложных средах на суперкомпьютере (**компьютер**)
- 5.2. Создание и изучение акустических свойств необычных материалов (**компьютер, 3D-принтер**)
- 5.3. Акустическая «шапка-невидимка» (**теория, компьютер**)
- 5.4. Материалы с отрицательным показателем преломления (**теория, компьютер**)
- 5.5. Исследование прохождения импульсов через среды, содержащие резонаторы (**теория, компьютер**)
- 5.6. Единственность и устойчивость решения обратных задач в присутствии сред с отрицательным показателем преломления (**теория**)

1. Акустические (ультразвуковые) технологии в космосе (в т.ч., на борту пилотируемых космических объектов (космические корабли, космические станции)). «Вредные» и «полезные» акустические эффекты на борту космических объектов.

Возможности и специфика космической медицинской акустики. →



2. Акустические эффекты (звуковые удары), связанные с полётами сверхзвуковых самолётов; физические механизмы воздействия звукового удара на различные среды, живые и неживые объекты.



3. Акустические технологии в медицине; ультразвуковые воздействия на биологические системы (биоткани, органы, клетки, кровь):

- а) резонансные механизмы биомедицинской акустики,
- б) медицинские возможности и биофизические механизмы использования низкочастотного (20 – 100 кГц.) ультразвука,
- в) проблема дозиметрии в биомедицинской акустике,
- г) биофизические механизмы **«акустической косметологии – эстетической медицины»**
- д) проблемы ультразвуковой безопасности плода в период беременности; ультразвуковой тератогенез.



4. Объект повышенного внимания физиков в последние годы – необычные эффекты в вибрирующих сыпучих (гранулированных) средах.

Несмотря на обыденность гранулированных материалов (песок, гравий, крупы, совокупность дробинко-шариков и т.д.), одна из их основных особенностей – при разных условиях они ведут себя либо как твёрдые среды, либо как текучие, либо как газ.

Пример вибрационных эффектов – возникновение на поверхности вибрирующего слоя сыпучей среды характерных структур – «осциллонов» →



Имеющиеся у некоторых планет кольца – это тоже результат динамики гранулированной среды. →



В работу по данной тематике входят несложные, но показательные эксперименты, которые, однако, не «заслоняют» основные теоретические исследования.

5. Межфазные процессы в вибрационных полях (динамика формы жидкой капли, процессы её растекания и испарения на вибрирующем основании).

При кажущейся простоте системы – здесь решаются актуальные задачи, относящиеся, в частности, к **наносистемам и нанотехнологиям**, а также, к **биомедицинской диагностике**.



ОБЩИЕ ПОЯСНЕНИЯ КО ВСЕМ ТЕМАТИЧЕСКИМ РАЗДЕЛАМ:

- 1. Каждый раздел разнообразен многими конкретными темами. Здесь представлены лишь некоторые.
- 2. Все темы актуальные «на сегодняшний день» и перспективны для будущей научно-практической деятельности.
- 3. Все исследования большей частью теоретические; применение ПК – на стадии анализа и поиска решений полученных математических моделей. Возможны современные методы компьютерного моделирования (напр. молекулярное).
- 4. Проведение экспериментов носит вспомогательный характер.

с.н.с. Гусев Владимир Андреевич
к. 3-64 понедельник, среда vgusev@bk.ru

1. Особенности волновых процессов в средах с неклассическими типами нелинейности.
2. Приближённые подходы и уравнения в теории волновых пучков в неоднородных средах.
3. Генерация и распространение акустических волн большой интенсивности в турбулентной атмосфере.
4. Акустические поля в земной коре.
5. Методы расчёта статистических характеристик случайных полей в нелинейной акустике.
6. Поверхностные волны на границах слоисто-неоднородных сред с частотно-зависимым поведением.

н.с. Крит Тимофей Борисович
к. 3-67 timofey@acs366.phys.msu.ru

1. Методы акустического контроля состояния мышц.
2. Влияние внутренних напряжений на упругие свойства симуляторов биологических тканей.
3. Численное моделирование акустических волн в мышечной ткани.
4. Изменение упругих параметров мышечной ткани под влиянием электрического разряда.
5. Моделирование сдвиговых волн конечной амплитуды в кубично нелинейной среде.
6. Методы измерения нелинейных упругих параметров мягких биологических тканей.

доцент Хохлова Вера Александровна к. 3-66 vera@acs366.phys.msu.ru

1. Нелинейные акустические поля, создаваемые современными источниками ударноволновой терапии.
2. Разработка нового поколения ультразвуковых излучателей для медицинских приложений.
3. Численное моделирование распространения нелинейных акустических волн в биологических тканях для решения задач медицинской акустики.
4. Распространение нелинейных акустических сигналов в случайно-неоднородных средах и отражения от различных поверхностей в задачах атмосферной акустики.
5. Тепловое воздействие мощного фокусированного ультразвука на биологическую ткань в режимах ультразвуковой хирургии.
6. Нелинейные методы визуализации биологической ткани в современной медицинской ультразвуковой диагностике.

доцент Шанин Андрей Владимирович
andrey_shanin@mail.ru

к. 3-73г понедельник с 11-00 до 16-00, среда с 14-00 до 18-00, пятница с 14-00 до 20-00

1. Метод конечных элементов в задачах теории упругости и акустики.
Теоретические и практические занятия.
2. Простейшие задачи теории дифракции.
3. Дифференциальные формы и аналитические функции многих комплексных переменных в прикладных задачах.

с.н.с. Можяев Владимир Геннадиевич
к. 3-68 vgmozhaev@mail.ru

Типы и свойства акустических волн в твердых телах

1. Клиновые акустические волны (волны, бегущие вдоль лезвия сабли)
2. Локализованные акустические волны и поля в твёрдых телах
3. Типы и свойства поверхностных акустических волн в твёрдых телах
4. Волны на внутренних границах раздела твёрдых тел
5. Акустические свойства тонких оптических волокон
6. Волны утечки
7. Обратные волны в пластинах и стержнях

Колебания твердых тел конечных размеров

8. Собственные колебания массивных резонаторов гравитационных антенн

9. Колебания яблок, планет и наночастиц

10. Акустические свойства спортивных снарядов

11. Акустические свойства пирамид

Анизотропные среды

12. Понятия и методы кристаллоакустики

13. Акустические волны на поверхности кристаллов

14. Фононная фокусировка

15. Акустические явления в анизотропных средах с отрицательной рефракцией

16. Акустические явления в сильно анизотропных средах (кристаллах, композитах)

17. Акустические свойства пьезокристаллов

18. Акустика поликристаллов

19. «Фононные» кристаллы

Нелинейные явления

20. Поверхностная акустическая самофокусировка в твёрдых телах

21. Взаимодействие акустических волн с трещинами

22. Акустические явления на контакте Герца

Акустоэлектроника

23. Устройства обработки сигналов на поверхностных акустических волнах

24. Акустоэлектронные датчики

25. Акустоэлектронные явления в пьезополупроводниках

26. Акустоэлектронные явления в двумерных электронных системах

Ультразвуковая дефектоскопия

27. Акустическая эмиссия

28. Акустические волны в бумаге

29. Ползущие волны на дефекте

Акустическая микроскопия

30. Линзовый акустический микроскоп

31. Акустическая атомно-силовая микроскопия

Взаимодействие света и звука

32. Лазерное возбуждение ультразвука в твёрдых телах

33. Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна

34. Пико- и фемтосекундная оптоакустика

Волны на поверхности текучих сред

35. Капиллярно-гравитационные волны

36. Акустическая природа солнечных пятен

37. Необычные свойства капельки, танцующей на горячей сковородке

Акустическое перемещение материальных объектов

38. Ультразвуковые моторы

39. Акустические биочипы – аппаратные средства медицины 21 века

40. Волновые принципы перемещения биообъектов

41. Как плавают рыбы

Гранулированные среды

42. Поющие пески

43. Поверхностный звуковой канал в песчаных грунтах

44. Акустическая навигация обитателей пустынь

45. Нелинейные акустические свойства гранулированных сред

Геоакустика и гидроакустика

46. Акустическое излучение вулканов

47. Канальные волны в угольных пластах

48. Акустические свойства льда

49. Колебания ледяного покрова акваторий

50. Акустика буровых скважин

51. Сейсмические волны Рэлея

Акустика транспорта

52. Шум и вибрации судовых конструкций

53. Акустические резонансы салона автомобиля

54. Волноводные свойства рельс

55. Акустический контроль состояния дорожных покрытий

56. Сверхзвуковые поезда

57. Вибрации летательных аппаратов

58. Акустические свойства тоннелей

Акустика в городском хозяйстве

59. Ультразвуковые датчики расхода воды

60. Акустический контроль безопасного состояния строительных конструкций

61. Колебания высотных зданий

62. Колебания деревьев, столбов и рекламных щитов

63. Прохождение звука через стены и окна зданий

Акустика твердого тела в медицине

64. Акустические свойства зубов и костей

65. Пьезоэффект в костях

66. Поверхностные акустические волны в мягких тканях

67. Эффекты упругости стенок эллипсоидальных отражателей

68. Ультразвуковой скальпель

69. Механические резонансы внутренних органов человека

70. Ультразвуковой ожог на границе мягких тканей и костей

71. Модели собственных колебаний молекул ДНК, вирусов, биологических клеток

Музыкальная акустика

72. Колебания дек музыкальных инструментов

73. Резонансы колоколов и излучение спиральных волн

74. Собственные колебания ударных тарелок и излучение винтовых волн

75. Поющие винные бокалы

Наноакустика

76. Акустические волны в сверхрешётках

77. Акустические свойства полупроводниковых гетероструктур

78. Гиперзвук на атомарных поверхностях кристаллов

79. Акустические эффекты при рассеянии кристаллами атомных пучков

80. Акустические волны в дискретных решётках

81. Изгибные моды объёмных колебаний слоистых и цепочечных кристаллов

82. Связь тепловых и акустических свойств конденсированных сред

83. Пьезоэлектрическое возбуждение колебаний поверхности игольчатым электродом

84. Возбуждение гиперзвука в СВЧ-резонаторах

85. Акустические методы в нанотехнологиях

86. Акустические свойства наноматериалов

87. Резонансы микроэлектромеханических систем

Акустическое материаловедение

88. Акустические волны в сегнетоэлектриках и сегнетоэластиках

89. Магнитострикционные материалы

90. Упругие свойства фуллеренов и родственных материалов

91. Динамические упругие свойства сверхпроводников

92. Акустика сплавов с памятью формы

93. Акустические волны в градиентных материалах

94. Акустические свойства сверхрешёток
95. Звук в металлических пенах
96. Акустика метаматериалов
97. Материалы, аккумулирующие энергию механических колебаний
98. Акустические материалы с собственным регулированием и управлением
99. Колебания и волны в микродеталях из селективно травленого кремния
100. Влияние микродефектов на акустические свойства материалов
- Фокусировка, дифракция и рефракция акустических волн**
101. Бесселевы пучки
102. Пучки Эйри
103. Акустическая линза Веселаго
104. Линзовые пьезокристаллические резонаторы
105. Фокусаторы на волнах утечки
106. Волновые дислокации
107. Волны шепчущей галереи
108. Акустическое «обволакивание» - создание акустически невидимых объектов