

ЛАЗЕРНАЯ ОПТОАКУСТИКА

(8 семестр, 32 часа)

1. **Фотоакустические явления.** Исторический обзор. Принципы и методы оптической генерации ультразвука. Фотоакустическая спектроскопия. Импульсная оптоакустика. Лазерный ультразвук. Особенности оптико-акустического эффекта в мутных средах. Особенности регистрации оптико-акустических сигналов: детектирование широкополосных ультразвуковых сигналов с высоким временным разрешением.
2. **Тепловое возбуждение ультразвуковых колебаний.** Теплообмен на границе раздела поглощающей и прозрачной сред. Спектральные передаточные функции термооптического возбуждения звука. Случай слабой диффузии тепла (свободная, жесткая и импедансная граница) Влияние диффузии тепла. Временная форма термооптически возбуждаемых ультразвуковых сигналов. Объемное поглощение, короткий лазерный импульс. Объемное поглощение, лазерный импульс конечной длительности. Поверхностное поглощение.
3. **Тепловое возбуждение трехмерных акустических полей.** Плоские, цилиндрические и сферические волны. Возбуждение ультразвукового поля лазерным пучком. Спектральная передаточная функция в трехмерном случае. Диаграмма направленности термооптически возбуждаемого ультразвука. Поэтапный анализ лазерного термооптического возбуждения ультразвука. Дифракция термооптически возбуждаемых ультразвуковых пучков. Затухание ультразвуковых волн. Нелинейная трансформация ультразвуковых волн.
4. **Распространение света в конденсированных мутных средах.** Оптические свойства биологических тканей. Оптическое поглощение в тканях, основные поглотители (хромофоры). Приближение диффузии света. Приближение однократного рассеяния. Распределение интенсивности света в мутной среде. Поглощающий объект в мутной среде. Слоистые ткани.
5. **Фотоакустические явления в мутных средах.** Тепловой поток в эмульсиях и суспензиях. Лазерная генерация ультразвука поглощающей частицей. Лазерная генерация ультразвука в неоднородной среде.
6. **Регистрация ультразвуковых сигналов с высоким временным разрешением.** Пьезоэлектрические приемники для широкополосной регистрации ультразвука. Пьезорегистрация в режиме “холостого хода”. Пьезорегистрация в короткозамкнутом режиме. Предельная чувствительность широкополосной пьезорегистрации. Интерферометрический прием ультразвуковых колебаний. Предельная чувствительность оптической регистрации ультразвуковых колебаний. Гомодинная интерферометрия. Гетеродинная интерферометрия. Другие оптические методы регистрации: отклонение пробного оптического пучка; отражение пробного оптического пучка.
7. **Фотоакустическая спектроскопия.** Фотоакустическая ячейка как детектор изменений температуры. Фотоакустическая спектроскопия поглощения света. Фотоакустическое исследование диффузии тепла. Фотоакустический анализ газовых примесей (trace gas analysis).

8. **Лазерная оптико-акустическая спектроскопия.** Восстановление затухания света в мутных средах. Независимые оптико-акустические измерения поглощения и затухания света. Оптико-акустическая диагностика тепловых изменений в биотканях.
9. **Лазерная оптико-акустическая томография.** Принципы лазерной оптико-акустической томографии. Широкополосный многоэлементный приемник для получения лазерного оптико-акустического изображения. Алгоритм восстановления изображения. Предельная чувствительность. Пространственное разрешение. Медицинские применения лазерной оптико-акустической томографии. Оптико-акустический преобразователь с односторонним доступом к исследуемому объекту. Оптико-акустическое изображение объектов со слоистой структурой. Предельная чувствительность. Пространственное разрешение. Медицинские применения ОА-преобразователя с односторонним доступом. Конфокальная оптико-акустическая микроскопия.
10. **Нелинейные явления в лазерной оптоакустике.** Тепловая нелинейность при термооптическом возбуждении ультразвука. Влияние температурной зависимости эффективности лазерного возбуждения ультразвука на временную форму ультразвукового сигнала. Тепловая нелинейность в лазерной оптоакустике мутных сред, перегрев поглощающих частиц. Лазерно-индуцированные фазовые переходы. Оптико-акустический мониторинг импульсной лазерной абляции.
11. **Высокочастотный лазерный ультразвук.** Лазерные источники “стандартных” ультразвуковых импульсов. Широкополосная акустическая спектроскопия с лазерным источником ультразвука. Лазерно-ультразвуковой неразрушающий контроль.

Литература.

1. Гусев В.Э., Карабутов А.А. *Лазерная оптоакустика.* – М., Наука, 1991.
2. Жаров В.П., Летохов В.С. *Лазерная оптико-акустическая спектроскопия.* – М., Наука, 1984.
3. Там Э. Фотоакустика: спектроскопия и другие применения. // В сборнике “Сверхчувствительная лазерная спектроскопия” (под ред. Клайджера Д.) – М., Мир, 1986, с.13-137.
4. Исимару А. *Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах.* - М., Наука, 1981. 240 с.
5. Welch A.J., van Gemert M.C.J. *Tissue optical properties and laser-tissue interactions.*- New York, Plenum Press, 1995.
6. Spott T., Svaasand L.O. Collimated light sources in the diffusion approximation. // *Appl Opt.*, 2000, v.39, p.6453-6465.
7. Aslanov L.A., Karabutov A.A., Podymova N.B., Schenk H., Zakharov V.N. Pulsed optoacoustic effect in photoemulsions. // *Laser Physics*, 1996, v.6, N6, p.1105-1113.
8. Karabutov A.A., Letokhov V.S., Podymova N.B. Time-resolved laser optoacoustic tomography of inhomogeneous media. // *Appl. Phys. B*, 1996, v.63, N6, p.545-563.
9. Королев М.В., Карпельсон А.Е. Широкополосные ультразвуковые пьезопреобразователи. М., Наука, 1982.

10. Бондаренко А.Н. *Лазерные методы возбуждения и регистрации акустических сигналов.* – М., Изд-во стандартов, 1989.
11. Карабутов А.А., Пеливанов И.М., Подымова Н.Б., Скипетров С.Е. Измерение оптических характеристик рассеивающих сред лазерным оптико-акустическим методом. // *Квантовая электроника*, 1999, т.29, N3, с.215-220.
12. Pingyu Liu. Image reconstruction from photoacoustic pressure signals. // *SPIE Proceed.*, 1996, v.2681, p.285-296.
13. Karabutov A.A., Savateeva E.V., Podymova N.B., Oraevsky A.A. Backward mode detection of laser-induced wide-band ultrasonic transients with optoacoustic transducer. // *J. Appl. Phys.*, 2000, v.87, N4, p.2003-2014.
14. Esenaliev R.O., Karabutov A.A., Podymova N.B., Letokhov V.S. Laser ablation of aqueous solutions with spatially homogeneous and heterogeneous absorption. // *Appl. Phys. B*, 1994, v.59, p.73-81.
15. Карабутов А.А., Кубышкин А.П., Панченко В.Я., Подымова Н.Б. Динамический сдвиг точки кипения металла при лазерном воздействии. // *Квантовая электроника*, 1995, т.22, N8, с.820-824.
16. Scruby C.B., Drain L.E. *Laser-Ultrasonics. Techniques and Applications.* Bristol, Adam Hilger, 1990.
17. Карабутов А.А., Матросов М.П., Подымова Н.Б., Пыж В.А. Импульсная акустическая спектроскопия с лазерным источником звука. // *Акуст. журн.*, 1991, т.37, N2, с.311-323.
18. Карабутов А.А., Мурашов В.В., Подымова Н.Б. Диагностика слоистых композитов с помощью лазерного оптико-акустического преобразователя. // *Механика композитных материалов*, 1999, т.35, N1, с.125-134.
19. Карабутов А.А., Пеливанов И.М., Подымова Н.Б. Неразрушающий контроль дефектов структуры графитопоксидных композитов лазерным ультразвуковым методом. // *Механика композитных материалов*, 2000, т.36, N6, с.831-838.

Программу составил

доктор физ.-мат.наук **А.А. Карабутов**