

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «КОГЕРЕНТНО-ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ»

для специальности **010708 – «Биохимическая физика»**

специализация «**Биомедицинская оптика и лазерная биофизика**»

Содержание учебной дисциплины

1. Теоретические основы интерференционных методов. Когерентность.

1.1. Основное уравнение интерференции оптических волн. Видность интерференционных полос. Зависимость видности полос и коэффициента модуляции интерференционного сигнала от степени

1.2. Пространственная когерентность. Радиус пространственной когерентности. Теорема Ван-Циттерта-Цернике для пространственной когерентности излучения протяженных источников света. Проявление ограниченной пространственной когерентности в оптических системах. Интерференционный опыт Юнга. Звездный интерферометр Майкельсона. Современные модификации звездного интерферометра Майкельсона.

Проявление пространственной когерентности в оптической микроскопии. Когерентные, частично когерентные и некогерентные системы микроскопии. Поперечное пространственное разрешение микроскопов. Условия когерентного, частично когерентного и некогерентного освещения предмета в оптическом микроскопе, в оптических системах формирования изображения. Спекл-эффект в лазерном и частично когерентном свете. Субъективные и объективные спеклы.

1.3. Временная когерентность света. Функция временной когерентности. Теорема Винера-Хинчина для временной когерентности. Проявление временной когерентности в интерференционном эксперименте.

2. Лазерная интерферометрия в биомедицинской диагностике.

2.1. Прикладные методы лазерной интерферометрии для определения формы объектов, перемещений, скорости, вибраций, деформаций.

Лазерные доплеровские методы измерения скорости измерения потока частиц (лазерная анемометрия). Лазерная интерферометрия кровотока и лимфотока (Доплеровская интерферометрия).

Лазерное гетеродинамирование.

Интерферометр Майкельсона. Измерение микросмещений объекта с помощью интерферометра Майкельсона.

Принципы Фурье-спектроскопии.

Принципы оптической когерентной томографии (ОКТ). ОКТ во временной области (time domain OCT). Спектральный метод ОКТ (frequency domain OCT, Fourier-transform OCT). Продольное и поперечное разрешение методов ОКТ.

Интерференционная микроскопия в частично когерентном свете. Интерференционный микроскоп Линника. Полнопольная оптическая когерентная томография.

2.2. Методы оптической голографии. Основное уравнение голографии. Регистрирующие среды. Типы оптических голограмм. Амплитудные и фазовые голограммы. Тонкослойные и объемные голограммы. Свойства голограмм. Голограммы Френеля. Голограммы Фурье. Голограммы сфокусированных изображений. Объемные отражательные голограммы Денисюка. Техника и методика

голографического эксперимента. Источники света и регистрирующие среды для голографии. Простейшие голографические схемы. Восстановление мнимого и действительного изображений.

Цифровая оптическая голография. Цифровые регистрирующие системы для цифровой голографии. ПЗС-матрицы, КМОП-матрицы. Схемы цифровой оптической голографии: Фурье-голография, безлинзовая Фурье-голография, безлинзовая Фурье-голография сфокусированного изображения, голография Френеля.

Цифровая голографическая фазовая микроскопия биологических объектов.

Голографическая интерферометрия. Методы голографической интерферометрии реального времени, двух экспозиций, с усреднением во времени, стробоскопический.

Голографическая интерферометрия фазовых объектов. Голографическая интерферометрия нестационарных объектов и быстропротекающих процессов.

Зависимость параметров интерференционной картины от величины и направления перемещений точек поверхности объекта в голографической интерферометрии.

Методы интерпретации голографических интерферограмм.

Цифровая голографическая интерферометрия биологических объектов..

3. Когерентно оптические и лазерные методы в офтальмологии.

3.1. Обработка пространственной информации в зрительной системе. Острота зрения при некогерентном и когерентном освещении. Субъективный спекл-эффект в зрительной системе.

3.2. Определение остроты зрения и контрастной чувствительности зрительного тракта путем генерации синусоидальных интерференционных картин на сетчатке глаза.

Лазерная интерференционная ретинометрия. Влияние помутнения хрусталика.

Определение оптических параметров глаза созданием на сетчатке динамических спекл-картин.

4. Поляризационная диагностика и визуализация структуры биологических сред.

4.1. Основные поляризационные характеристики лазерного излучения, рассеянного пространственно-неоднородными средами. Вектор Стокса. Матрица Мюллера. Степень поляризации рассеянного излучения как параметр визуализации.

4.2. Особенности процесса деполяризации зондирующего лазерного излучения при распространении в пространственно-неоднородном слое. Влияние размерного параметра рассеивающих частиц и геометрии рассеяния. Эффект существования остаточной поляризации при обратном рассеянии зондирующего лазерного излучения.

4.3. Сравнение эффективности метода визуализации макронеоднородностей в рассеивающей среде с другими методами, используемыми в биомедицинской диагностике. Перспективы использования метода поляризационной визуализации для анализа структуры биологических объектов.

Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Когерентно-оптические методы в измерительной технике и биофотонике. /В.П. Рябухо, В.В. Лычагов, А.Л. Кальянов, И.В. Федосов, О.А. Перепелицына, Б.Б. Горбатенко, Л.А. Максимова. Под ред. проф.: Рябухо В.П. и Тучина В.В.. – Изд-во Саттелит, 2009. 127 с. <http://optics.sgu.ru/library/education/cohmeth>
2. А.Л.Кальянов, В.В.Лычагов, Д.В. Лякин, О.А. Перепелицына, В.П. Рябухо. ОПТИЧЕСКАЯ НИЗКОКОГЕРЕНТНАЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ И ТОМОГРАФИЯ. Учебное пособие. под ред. проф. В.П.Рябухо. Саратовский государственный университет. Кафедра оптики и биофотоники. 2009. - 85 с. http://library.sgu.ru/uch_lit/9.pdf
3. В.П. Рябухо, В.В. Лычагов, А.Л. Кальянов. Интерферометр Майкельсона с лазерным источником света. Руководство к лабораторной работе по курсу общей физики. Оптика. Интерференция света. Саратовский государственный университет. Кафедра оптики и биофотоники. 2009.15 с. http://library.sgu.ru/uch_lit/8.pdf
4. Б.Б. Горбатенко, Л.А. Максимова, О.А. Перепелицына, В.П. Рябухо. ЦИФРОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ. Учебное пособие под редакцией профессора В.П.Рябухо. Саратовский государственный университет. Кафедра оптики и биофотоники. 2009. - 85 с. http://library.sgu.ru/uch_lit/12.pdf
5. Лычагов В.В. Рябухо В.П. Учебное пособие Низкокогерентная интерференционная микроскопия и томография. Краткий курс лекций. Саратовский государственный университет. Электронная библиотека кафедры оптики и биофотоники. 2010 27 с. <http://optics.sgu.ru/library/education/lowcohmt>

Дополнительная литература:

6. Л.И. Голубенцева, В.П. Рябухо, О.А. Перепелицына. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ: ОПТИЧЕСКАЯ ГОЛОГРАФИЯ. Под редакцией проф. В.П.Рябухо. Учебно-методическое руководство по выполнению лабораторных работ специального оптического практикума. Саратовский государственный университет. 2009 116 с. http://library.sgu.ru/uch_lit/2.pdf
7. Л.И. Голубенцева, В.П. Рябухо, О.А. Перепелицына. СПЕЦИАЛЬНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ: ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ И СПЕКЛ–ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ. Под редакцией проф. В.П.Рябухо. Учебно-методическое руководство по выполнению лабораторных работ специального оптического практикума. Саратовский государственный университет 2009. 64 с. http://library.sgu.ru/uch_lit/3.pdf

Вопросы к курсу

1. Интерференция частично-когерентного света. Функция когерентности.
2. Временная когерентность света. Теорема Винера-Хинчина для временной когерентности.
3. Проявление временной когерентности света в интерферометрах. Интерферометры Майкельсона и Маха-Цендера.
4. Принципы Фурье-спектроскопии.
5. Пространственная когерентность. Теорема Ван-Циттерта-Цернике для поперечной пространственной когерентности излучения протяженных тепловых источников света.
6. Метод и средства низкокогерентной оптической интерферометрии (низкокогерентная оптическая томография).
7. Методы и схемы оптической голографии. Свойства голограмм.
8. Объемные отражательные голограммы (голограммы Денисюка). Техника и методика голографического эксперимента.
9. Голографическая интерферометрия. Методы голографической интерферометрии реального времени, двух экспозиций, с усреднением во времени, стробоскопический. Голографическая интерферометрия нестационарных объектов и быстропротекающих процессов.
10. Методы и схемы оптической голографии. Свойства голограмм. Запись голограмм биологических объектов.
11. Временная когерентность света. Метод и средства низкокогерентной оптической интерферометрии (низкокогерентная оптическая томография).
12. Пространственная когерентность. Теорема Ван-Циттерта-Цернике для поперечной пространственной когерентности излучения протяженных тепловых источников света.
13. Голографическая интерферометрия. Методы голографической интерферометрии реального времени, двух экспозиций, с усреднением во времени, стробоскопический. Голографическая интерферометрия нестационарных объектов и быстропротекающих процессов.
14. Основное уравнение интерференции оптических волн. Видность интерференционных полос. Зависимость видности полос и коэффициента модуляции интерференционного сигнала от степени
15. Пространственная когерентность. Радиус пространственной когерентности. Теорема Ван-Циттерта-Цернике для пространственной когерентности излучения протяженных источников света. Проявление ограниченной пространственной когерентности в оптических системах. Интерференционный опыт Юнга. Звездный интерферометр Майкельсона. Современные модификации звездного интерферометра Майкельсона.
16. Проявление пространственной когерентности в оптической микроскопии. Когерентные, частично когерентные и некогерентные системы микроскопии. Поперечное пространственное разрешение микроскопов. Условия когерентного, частично когерентного и некогерентного освещения предмета в оптическом микроскопе, в оптических системах формирования изображения. Спекл-эффект в лазерном и частично когерентном свете. Субъективные и объективные спеклы.
17. Временная когерентность света. Функция временной когерентности. Теорема Винера-Хинчина для временной когерентности. Проявление временной когерентности в интерференционном эксперименте.
18. Прикладные методы лазерной интерферометрии для определения формы объектов, перемещений, скорости, вибраций, деформаций.
19. Лазерные доплеровские методы измерения скорости измерения потока частиц

- (лазерная анемометрия). Лазерная интерферометрия кровотока и лимфотока (Доплеровская интерферометрия).
20. Лазерное гетеродинамирование.
 21. Интерферометр Майкельсона. Измерение микросмещений объекта с помощью интерферометра Майкельсона.
 22. Принципы Фурье-спектроскопии.
 23. Принципы оптической когерентной томографии (ОКТ). ОКТ во временной области (time domain OCT). Спектральный метод ОКТ (frequency domain OCT, Fourier-transform OCT). Продольное и поперечное разрешение методов ОКТ.
 24. Интерференционная микроскопия в частично когерентном свете. Интерференционный микроскоп Линника. Полнопольная оптическая когерентная томография.
 25. Свойства голограмм. Голограммы Френеля. Голограммы Фурье. Голограммы сфокусированных изображений. Объемные отражательные голограммы Денисюка..
 26. Цифровая оптическая голография. Цифровые регистрирующие системы для цифровой голографии. ПЗС-матрицы, КМОП-матрицы. Схемы цифровой оптической голографии: Фурье-голография, безлинзовая Фурье-голография, безлинзовая Фурье-голография сфокусированного изображения, голография Френеля.
 27. Цифровая голографическая фазовая микроскопия биологических объектов.
 28. Голографическая интерферометрия нестационарных объектов и быстропротекающих процессов.
 29. Зависимость параметров интерференционной картины от величины и направления перемещений точек поверхности объекта в голографической интерферометрии. Методы интерпретации голографических интерферограмм.
 30. Цифровая голографическая интерферометрия биологических объектов..
 31. Обработка пространственной информации в зрительной системе. Острота зрения при некогерентном и когерентном освещении. Субъективный спекл-эффект в зрительной системе.
 32. Определение остроты зрения и контрастной чувствительности зрительного тракта путем генерации синусоидальных интерференционных картин на сетчатке глаза. Лазерная интерференционная ретинометрия. Влияние помутнения хрусталика.
 33. Определение оптических параметров глаза созданием на сетчатке динамических спекл-картин.
 34. Основные поляризационные характеристики лазерного излучения, рассеянного пространственно-неоднородными средами. Вектор Стокса. Матрица Мюллера. Степень поляризации рассеянного излучения как параметр визуализации.
 35. Особенности процесса деполяризации зондирующего лазерного излучения при распространении в пространственно-неоднородном слое. Влияние размерного параметра рассеивающих частиц и геометрии рассеяния. Эффект существования остаточной поляризации при обратном рассеянии зондирующего лазерного излучения.