

Оптические приборы в биомедицинских исследованиях

Лекции. Спецкурс, гр.541, 36 часов лекций, 36 практических занятий, I семестр.

Л.1. Введение. История прикладной оптики. Современные оптические системы – синтез оптики, механики, электроники и вычислительной техники.

Л.2. Оптическое изображение. Формирование оптического изображения, камера обскура, линзы, волновая и геометрическая оптика. Роль ограничения пучков лучей в формировании оптического изображения. Зрительное восприятие изображения.

Л.3. Оптические системы, формирующие изображение. Геометрическая оптика и теория идеальной оптической системы. Основные понятия и методы геометрической оптики. Кардинальные точки и плоскости оптической системы. Ограничение пучков в оптической системе. Роль зрачков в формировании оптического изображения.

Л.4. Отклонение реальных оптических систем от идеальных. Аберрации оптических систем. Монохроматические аберрации. Сферическая аберрация, кома, астигматизм и кривизна поля изображения. Дисторсия. Хроматические аберрации. Дифракция и структура оптического изображения.

Л.5. Фотографический объектив. Основные характеристики объектива. Фокусное расстояние, формат изображения и угол зрения. Относительное отверстие, разрешающая способность и глубина резко изображаемого пространства. Перспектива и фотографический объектив.

Л.6. Датчики изображения. История датчиков изображения. Фотографическая регистрация изображений. Фотоэлектрическая регистрация изображений. Фундаментальные основы фотоэлектрической регистрации изображений.

Л.7. Фоточувствительный прибор с зарядовой связью (ФПЗС). Принцип действия и устройство. Особенности конструкции ФПЗС. Скрытый канал переноса, способы переноса зарядового рельефа, датчики с обратной засветкой, ФПЗС с умножением электронов.

Л.8. Датчики изображения с активными пикселями (ДИАП) Особенность устройства активного пикселя, принцип действия и устройство. Основные особенности ДИАП. Произвольная адресация, быстродействие, чувствительность. Специальные датчики изображения: времяпролетные датчики трехмерного изображения, датчики изображения теплового излучения.

Л.9. Датчики цветного изображения. Цвет и его измерение. Спектральный состав света и его зрительное восприятие. Смещение цветов. Цветовые координаты. Система RGB, CMYK и XYZ. Датчики цветного изображения. Цветоделительные призмы, массив цветных фильтров. Интерполяция цвета. Другие датчики изображения.

Л.10. Основы цифровой техники. Двоичное представление чисел и кодирование их при помощи электрических сигналов. Форматы данных. Логические операции, цифровые элементы и микросхемы. Основные функциональные узлы микропроцессорной техники. Регистры, селекторы, дешифраторы.

Л.11. Микропроцессор. Структура микропроцессора. Команды микропроцессора и программирование. Кодирование программы. Базовая система машинных команд. Язык программирования. Операционная система. Операции ввода-вывода данных. Интерфейс пользователя.

Л.12. Представление изображений в цифровой форме. Аналогово-цифровое и цифроаналоговое преобразование. Представление изображений в цифровой форме. Основные свойства цифрового изображения. Разрешение, количество каналов, битовая глубина.

Л.13. Цифровая обработка изображений. Преобразование яркости изображения. Пространственная фильтрация. Корреляционный и морфологический анализ. Машинное зрение.

Л.14. Современная микроскопия. Оптическая схема и принцип действия светового микроскопа. Дифракционный предел разрешающей способности светового микроскопа. Способы освещения препарата. Освещение по Келеру. Освещение непрозрачных препаратов и микроскопия темного поля.

Л.15. Методы контрастирования препаратов. Флуоресцентная микроскопия. Фазовый контраст. Интерференционная микроскопия. Дифференциальный интерференционный контраст.

Л.16. Нелинейная оптическая микроскопия и микроскопия сверхвысокого разрешения. Конфокальная микроскопия. Многофотонная микроскопия. Микроскопия полного внутреннего отражения и методы визуализации отдельных молекул. Методы микроскопии сверхвысокого разрешения.

Л.17. Оптическая микроманипуляция (факультативно). Давление светового излучения. Оптические ловушки для захвата микрообъектов. Оптический пинцет. Лазерная диссекция и пробоотбор.

Л.18. Медицинское оптическое оборудование (обзор). Оптические приборы для исследования глаза. Офтальмоскопы, щелевые лампы. Особенности микроскопии сетчатки глаза. Эндоскопическое оборудование. Особенности конструкции эндоскопов. Жесткие и гибкие эндоскопы. Применение эндоскопов в медицине.

Литература

1. Г. Шрёдер, Х. Трайбер, Техническая оптика. – М.: Техносфера, 2006. – 424 с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. Издание 6-е. – М.: Физматлит, 2003. - 848 с.
3. Когерентно оптические методы в измерительной технике и биофотонике, под.ред. В.П.Рябухо и В.В.Тучина. – Саратов: Сателлит, 2009.–127 с.
4. Оуэн, Д., Копии за секунды, М.: Техносфера, 2008 – 215
5. Заказнов, Н. П. Кирюшин, С. И., Кузичев, В. И. Теория оптических систем : учеб. пособие . -4-е изд., стер. СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2008 – 446 с.
6. Мураховский, В.И., Симонович, С.В. Большая книга цифровой фотографии, М.; СПб. [и др.]: Питер, 2010. – 317 с.
7. Егорова, О. В., Техническая микроскопия. Практика работы с микроскопами для технических целей - М.: Техносфера, 2007. - 357 с.

Дополнительная литература

1. Пантелеев, В. Г. Егорова, О. В. Клыкова, Е. И. Компьютерная микроскопия, М. : Техносфера, 2005. – 303 с.
2. Федосов, И. В. Геометрическая оптика [Текст] : [учеб. пособие] / И. В. Федосов. - Саратов : Сателлит, 2008. – 90 с.
3. Ермаков О.Н., Прикладная оптоэлектроника, М.:Техносфера, 2004. – 416 с.
4. Терещих В. Ю. Современные оптические телескопы, ФИЗМАТЛИТ. 2005. – 79 с.

5. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи, М:Техносфера. 2006. – 495 с.
6. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП. Техносфера. 2006. – 350 с.
7. Кирилловский В. К. Современные оптические исследования и измерения, М: Краснодар. Лань.2010.
8. Прикладная оптика. Под. ред. Закажного Н. П. СПб, М:Краснодар-Лань 2007. – 311 с.
9. Раннев, Г. Г., Тарасенко, А. П. Методы и средства измерений – М: Изд.центр “АКАДЕМИЯ”. 2010. – 330 с.
10. Дубнищев, Ю. Н., Лазерные доплеровские измерительные технологии [Текст]: Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. - 414 с.
11. Оптическая биомедицинская диагностика, в 2 т., Т.2, пер. с. англ. под ред. В.В. Тучина. – М.:Физматлит, 2007. – 368 с.
12. Оптическая биомедицинская диагностика, в 2 т., Т.1, пер. с. англ. под ред. В.В. Тучина. – М.:Физматлит, 2007. – 560 с.