

Современные методы оптической микро- и спектроскопии

**Лекторы:**

Дмитрий Зуев
Эдуард Агеев
Виталий Ярошенко

Ассистент:

Екатерина Понкратова

Язык:

English

Трудоемкость:

6 з.е.

Форма контроля:

Экзамен

Образовательная программа:

Нанофотоника

1, 3 семестры

Гибридные материалы

1, 3 семестры

Квантовые материалы

1, 3 семестры

Компьютерное моделирование квантовых
и нанофотонных систем

1, 3 семестры

Пререквизиты:

Физика: оптика

Физика твердого тела

Физика лазеров

| Лекции (ак.час)* | Практические занятия (ак.час) | Лабораторные занятия (ак.час) |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 32 | | 32 |
| *1 академический час = 45 минутам | | |

Данный курс направлен на формирование базовых знаний в области оптической микроскопии и спектроскопии. Подробно будут рассмотрены принципы работы оптического микроскопа, системы и методы спектрального анализа оптического излучения. Также будут описаны современные методы оптической микроскопии и спектроскопии, включая микроскопию сверхвысокого разрешения и измерения с временным разрешением.

This course represents basic information in the field of optical microscopy and spectroscopy. The optical microscope working theory, systems, and methods of spectral analysis are described in detail. The state-of-the-art microscopy and spectroscopy techniques, including super-resolution microscopy and time-resolved measurements, are also considered.

Содержание курса

План курса

Структура курса

| | Тема | Тип занятий |
|--|---|---------------------|
| Часть I. Основы оптической микроскопии | | |
| 1 | История микроскопии | Лекция |
| 2 | Основы оптической микроскопии (ОМ): формирование изображения, разрешение, освещение по Кёллеру, устройство микроскопа, оптические аберрации | Лекция |
| 3 | Микроскопия в отражённом и проходящем свете, методы контрастирования | Лекция |
| 4 | Усовершенствованные методы ОМ: лазерная сканирующая микроскопия (конфокальная, многофотонная) и микроскопия плоскостного освещения | Лекция |
| Часть II. Основы оптической спектроскопии | | |
| 5 | Основы оптической спектроскопии (ОС): поглощение, люминесценция и рассеяние света, параметры оптического излучения | Лекция |
| 6 | Спектральные приборы и спектральный анализ оптического излучения | Лекция |
| 7 | Источники излучения для ОС | Лекция |
| 8 | Приемники излучения для ОС | Лекция |
| 9 | Прикладные методы ОС: синхронное детектирование, метод «накачка-проба», ап-конверсия | Лекция |
| III. Современные методы оптической микроскопии и спектроскопии | | |
| 10 | Микроскопия сверхвысокого разрешения: пространственно-структурированное возбуждение (STED), локализационная микроскопия (dSTORM, PALM, PAINT, etc.) | Лекция |
| 11 | Флуоресцентная ОМ и измерения с временным разрешением | Лекция |
| 12 | Микроскопия визуализации времени жизни флуоресценции | Лекция |
| 13 | Флуоресцентная корреляционная спектроскопия | Лекция |
| 14 | Флуоресцентный резонансный перенос энергии | Лекция |
| 15 | Средства анализа и постобработки экспериментальных данных | Лекция |
| Лабораторные занятия, проекты и семинары | | |
| 16 | Оптическое формирование изображений: введение | Лабораторная работа |
| 17 | Оптическое формирование изображений: оптические аберрации, освещение по Кёллеру | Лабораторная работа |
| 18 | Оптическое формирование изображений: теория Аббе, методы контрастирования | Лабораторная работа |
| 19 | Спектральный анализ оптического излучения | Лабораторная работа |
| 20 | Измерение времени жизни люминесценции | Лабораторная работа |
| 21 | Микроскопия визуализации времени жизни флуоресценции | Лабораторная работа |

Plan of a course

Структура курса

| | Topic | Class type |
|---|---------------------------|------------|
| Part I. Basics of micro- & spectroscopy methods | | |
| 1 | The History of Microscopy | Lecture |

| | | |
|--|--|--------------|
| 2 | Basics of optical microscopy: image formation, resolution, Köhler illumination, microscope construction, optical aberrations | Lecture |
| 3 | Reflected and transmitted light microscopy, contrast enhancing techniques | Lecture |
| 4 | Advanced OM: laser scanning microscopy (confocal, multiphoton) and light-sheet microscopy | Lecture |
| Part II. State-of-the-arts methods of optical spectroscopy | | |
| 5 | Basics of optical spectroscopy (OS): light absorption, luminescence and scattering, characteristics of optical radiation | Lecture |
| 6 | Spectroscopic instrumentation and spectral analysis of optical radiation | Lecture |
| 7 | Light sources for OS | Lecture |
| 8 | Detectors for OS | Lecture |
| 9 | OS applied approaches: lock-in detection, pump-probe upconversion | Lecture |
| Part III. State-of-the-arts methods of optical microscopy | | |
| 10 | Super-resolution microscopy: stimulated emission depletion (STED), localization microscopy (dSTORM, PALM, PAINT, etc.) | Lecture |
| 11 | Fluorescence light microscopy and time-resolved measurements | Lecture |
| 12 | Fluorescence Lifetime Imaging | Lecture |
| 13 | Fluorescence Correlation Spectroscopy | Lecture |
| 14 | Fluorescence Resonance Energy Transfer | Lecture |
| 15 | Data analysis and postprocessing | Lecture |
| Lab practices, lab projects and seminars | | |
| 16 | Introduction to Optical Imaging | Lab practice |
| 17 | Optical Imaging: aberrations, Köhler illumination | Lab practice |
| 18 | The Abbe Theory of Image Formation, Contrast Methods | Lab practice |
| 19 | Spectral analysis of optical radiation | Lab practice |
| 20 | Lifetime measurements | Lab practice |
| 21 | FLIM | Lab practice |

Рекомендуемые ресурсы

1. Demtröder, Wolfgang. Laser spectroscopy: basic concepts and instrumentation. Springer Science & Business Media, 2013.
2. Murphy, Douglas B. Fundamentals of light microscopy and electronic imaging. John Wiley & Sons, 2002.
3. Rost, Fred, and Ron Oldfield. Photography with a Microscope. Cambridge University Press, 2000.
4. Innoue, S. "Video Microscopy: The Fundamentals (Language of Science)." (1997).
5. Bradbury, Savile, et al. Introduction to light microscopy. Oxford, UK: Bios Scientific, 1998.
6. Pawley, James, ed. Handbook of biological confocal microscopy. Vol. 236. Springer Science & Business Media, 2006.
7. James, Johannes, and Hendrikus Johannes Tanke. Biomedical light microscopy. Springer Science & Business Media, 2012.

Политика оценивания

- Итоговая оценка основана на итоговом экзамене.- Для допуска к экзамену необходимо:

1) сдать все три промежуточных теста,

2) сдать все отчеты по лабораторным работам.

- Каждая часть лекций содержит 15-минутный контрольный тест (всего 3 теста). Тесты влияют на промежуточную аттестацию. Все три теста можно пересдать одновременно, для этого есть одна попытка.

- Лабораторные работы оцениваются по системе "зачет/не зачет".