

# Современные методы оптической микро- и спектроскопии

**Lecturers:**

Дмитрий Зуев  
Эдуард Агеев  
Виталий Ярошенко

**Assistants:**

Екатерина Понкратова

**Language:**

English

**Credit points:**

6 э.е.

**Monitoring type:**

Экзамен

**Educational Program:**

Нанофотоника

1, 3 семестры

Гибридные материалы

1, 3 семестры

Квантовые материалы

1, 3 семестры

Компьютерное моделирование квантовых  
и нанофотонных систем

1, 3 семестры

**Prerequisites:**

Физика: оптика

Физика твердого тела

Физика лазеров

Lectures (a.h)*	Practice (a.h)	Labs (a.h)
32		32
*1 academic hour = 45 minutes		

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.

## Course content

### 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

## Recommended resources

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.

## Grading Policy

- 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".