

## Прикладная спектроскопия в экологических исследованиях

Лектор: к.ф.-м.н., старший преподаватель Пацаева Светлана Викторовна  
(кафедра общей физики физического факультета МГУ)

Код курса:	
Статус:	Обязательный
Аудитория:	Специальный
Специализация:	Фундаментальная оптика, спектроскопия и лазерная физика
Семестр:	8
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	32 часа
Семинаров:	
Практ. занятий:	
Отчётность:	Экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-2
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4, М-ПК-6

### Аннотация курса

Решение экологических проблем в настоящее время требует поиска современных подходов получения своевременной и достоверной информации о состоянии окружающей среды. Цель спецкурса – показать принципиально новые возможности, которые дает оптическая спектроскопия для экологических исследований, биологии и медицины. Курс открывается обширным введением, характеризующим экологию как комплексную научную дисциплину и показывающим на конкретных примерах преимущества спектральных методов исследования.

В лекционном курсе содержатся базовые знания о теории и практике оптической спектроскопии. В основных разделах курса рассматриваются физические основы и методика применения люминесцентной и абсорбционной спектроскопии, спектроскопии комбинационного рассеяния света, спектроскопии отражения. Студенты познакомятся с принципом работы лазерных систем дистанционного зондирования (лидаров) и возможностями их использования для диагностики атмосферы и океана, примерами применения спектральных методов для лабораторных исследований в экологии, биологии и медицине.

### Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать физические основы современных методов оптической спектроскопии, методы получения и обработки информации об исследуемом веществе. Знать принципы построения лазерных спектрометров различного типа.

### Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации, конспектов лекций, списков задач для самостоятельного решения, задач практикумов. Лекции читаются с использованием современных мультимедийных возможностей и проекционного оборудования в режиме постоянного диалога студент – преподаватель.

### Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является экспериментально-теоретическим базисом, позволяющим студентам ориентироваться в многообразии современных спектральных методов исследования. Курс логически связан с курсами «Физика конденсированного состояния вещества», «Биологические структуры и процессы», «Современные представления о самоорганизации в неравновесных нелинейных открытых системах», «Спектроскопические методы в биофизике и экологии», читаемыми на кафедре общей физики.

### Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская работа, научно-исследовательская практика

**Основные учебные пособия, обеспечивающие курс**

1. Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии (пер. с англ. под ред. М.Г. Кузьмина). М: Мир, 1986. – 496 с.
2. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов М: Техносфера, 2007. – 368 с.
3. Введение в фотохимию органических соединений / Под ред. Г.О. Беккера. Л.: Химия, 1976. – 384 с.
4. Лёвшин Л.В., Салецкий А.М. Люминесценция и её измерения./ М: Изд-во Моск. Ун-та, 1989. –
5. Межерис Р. Лазерное дистанционное зондирование (пер. с англ. под ред. А.Б. Карасёва). М.: Мир, 1987. – 550 с.
6. Аналитическая лазерная спектроскопия / Под ред. Н. Оменетто (пер. с англ. под ред. Ю.Я. Кузякова). М: Мир, 1982. – 606 с.
7. Демтрёдер В.. Лазерная спектроскопия. Основные принципы и техника эксперимента (пер. с англ. под ред. И.И. Собельмана). М.: Наука, 1985. – 607 с.

**Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс**

Пацаева С.В., Южаков В.И. Электронные спектры сложных молекул. Спецпрактикум кафедры общей физики. Часть I: Теория. М: МГУ, 2010. Часть II: Экспериментальные задания. М: МГУ: 2011 (электронные издания).

**Основные научные статьи, обеспечивающие курс**

Основа курса построена на оригинальных научных статьях (более 40, список пополняется ежегодно). Некоторые публикации:

1. Шубина Д.М., Якименко О.С., Пацаева С.В., Изосимов А. А., Терехова В.А., Федосеева Е.В., Южаков В.И. Спектральные свойства водных растворов промышленных гуминовых препаратов. Вода: химия и экология. №2. с.22-26, №3.с.21-25. (2010).
2. Горшкова О.М., Пацаева С.В., Федосеева Е.В., Шубина Д.М., Южаков В.И. Флуоресценция растворенного органического вещества природной воды. Вода: Химия и экология. №11. с.31-39 (2009).
3. Милюков А.С., Пацаева С.В., Южаков В.И. Ростовцева Е.Л. Спектроскопическое исследование культуры пурпурных серных бактерий *Chromatium* sp. в водной среде. Вестник Московского университета. Сер. 3. Физика. Астрономия. № 3. С. 46-49 (2007).
4. Буриков С.А., Доленко Т.А., Пацаева С.В., Южаков В.И. Лазерный анализатор жидкостей с комплексным программным обеспечением. Вода: химия и экология. №1. с.31-37 (2010).
5. Sighicelli M., Colao F., Lai A., Patsaeva S. Monitoring post-harvest orange fruit disease by fluorescence and reflectance hyperspectral imaging. Acta Horticulturae (ISHS) 817:277-284 (2009).

**Программное обеспечение и ресурсы в интернете**

<http://genphys.phys.msu.ru/rus/sci/spectroscopy/kurs.html>

<http://www.earsel.org/SIG/ET/topics.php>

<http://www.seos-project.eu/home.html>

<http://science.nasa.gov/>

<http://www.esa.int/esaEO/index.html>

**Контроль успеваемости**

**Промежуточная аттестация** проводится на 8 неделе в форме письменного опроса с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

**Текущая аттестация** проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лек-

циях.

**Фонды оценочных средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации; вопросы и задачи для контрольных работ; вопросы к экзаменам; темы докладов и рефератов.

**Структура и содержание дисциплины**

Раздел	Неделя
<u>Введение:</u> Экология как комплексная научная дисциплина. Основные понятия оптической спектроскопии. Характеристика спектральных методов исследования. Общий обзор принципиально новых методов спектроскопии, связанных с применением лазеров. Примеры применения спектральных методов в экологических исследованиях, биологии, медицине.	1-2
Основы абсорбционной спектроскопии. Спектры поглощения растительных пигментов. Хлорофилл - важнейший пигмент растений. Примеры применения спектров поглощения в экологических исследованиях.	3
Спектроскопия отражения (взаимодействие света с поверхностью; техника измерения спектров диффузного рассеяния).	4
Основы флуоресцентной спектроскопии. Измерение и представление спектров люминесценции (спектры возбуждения и испускания люминесценции, полные спектры люминесценции). Измерение квантового выхода флуоресценции. Корректировка спектральной чувствительности флуориметра. Поляризованная флуоресценция.	5-6
Флуоресценция белков и живых клеток микроорганизмов – водоросли, бактерии, микромицеты (микроскопические грибы). Применение флуоресцентной спектроскопии для изучения фотосинтезирующих организмов.	7-8
Флуоресцентная диагностика природной воды: растворенное и коллоидное органическое вещество, сложные биомолекулы.	9
Физические основы спектроскопии комбинационного рассеяния (КР) света. Применение КР-спектроскопии в океанографических исследованиях для измерения температуры и солености морской воды, прозрачности воды и толщины нефтяной пленки.	10-11
Измерение времени жизни возбужденных состояний атомов и молекул. Применение кинетической спектроскопии.	12
Особенности лазерного возбуждения спектров флуоресценции. Нелинейная лазерная флуоресцентная спектроскопия (спектроскопия насыщения флуоресценции).	13
Спектроскопия нефтяных загрязнений воды и почвы. Дистанционное определение толщины нефтяной пленки.	14
Основы дистанционного лазерного зондирования. Лазерные системы дистанционного зондирования (лидары) - основные схемы. Применение лидаров для экологического мониторинга. Дистанционное зондирование атмосферы. Дистанционное зондирование океана.	15-16