

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,
акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«30» мая 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Люминесценция неорганических и гибридных материалов

Уровень высшего образования:
Подготовка кадров высшей квалификации

Направление подготовки (специальность):
04.06.01 Химические науки

Направленность (профиль) ОПОП:
Неорганическая химия 02.00.01

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией факультета
(протокол № 4 от 27 мая 2016 г.)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ), утвержденного Приказом № 552 от 23.06.2014 г. по МГУ с учетом изменений в ОС МГУ, внесенных Приказом №831 по МГУ от 31.08.2015 г..

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018,
2018/2019, 2019/ 2020

1. Наименование дисциплины (модуля): **Люминесценция неорганических и гибридных материалов**.

Краткая аннотация: Спецкурс рассматривает фундаментальные основы люминесценции, основные принципы фото- и электролюминесценции органических и неорганических соединений и материалов с акцентом на органические, металл-органические и координационные соединения. Рассматриваются подходы к созданию светоизлучающих диодов и факторы, влияющие на эффективность их работы, а также характеристики основных классов люминесцирующих материалов, их применении и перспективы развития.

2. Уровень высшего образования– подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

3. Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки. Направленность (профиль) Неорганическая химия

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок 1 «Дисциплины (модули)».

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Компетенция	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
СПК-2. Способность планировать и проводить исследование свойств неорганических веществ комплексом физико-химических методов, интерпретировать и обобщать результаты исследований	Знать современные методы исследования люминесцентных материалов Уметь использовать современные методы исследования люминесцентных материалов при решении практических задач

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 48 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (20 часов занятия лекционного типа, 20 часов занятия семинарского типа, 8 часов мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации), 60 часов составляет самостоятельная работа учащегося.

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

В специалитете или бакалавриате и магистратуре должны быть освоены общие курсы: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Физика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Кристаллохимия», а также спецкурсы, посвященные оптическим методам анализа.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов. П.	Всего
Тема 1 Основы органической люминесценции	16	4	4				8	8		8
Тема 2 Люминесценция координационных соединений РЗЭ	16	4	4				8	8		8
Тема 3 Строение органических и неорганических светодиодов	16	4	4				8	8		8
Тема 4 Строение органических	16	4	4				8	8		8

светодиодов										
Тема 5 Основные применения люминесценции сегодня и перспективные направления	20	4	4				8	12		12
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	24			2		6	8			16
Итого	108	20	20	2		6	48	44		60

8. Образовательные технологии Проводятся традиционные лекции с использованием мультимедийных презентаций; интерактивные лекции, в ходе которых аспиранты под контролем лектора выполняют задания, способствующие практическому усвоению лекционного материала; лекции-демонстрации проблемного характера, посвященные приемам выполнения различных этапов структурного анализа. Демонстрации составлены на основе базовых и новейших мировых научных результатов, в том числе результатов исследований, проведенных авторами программы дисциплины..

9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и перечень домашних заданий, а также методическая разработка, подготовленная для данного курса. По теме каждой лекции указывается материал в источниках из списков основной и вспомогательной литературы, а также из интернет-ресурсов.

10. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Основная литература

1. Уточникова В.В. «Люминесценция», Методическая разработка, Москва, 2013
2. Бочкарев М.Н., Витухновский А.Г., Каткова М.А. «Органические светоизлучающие диоды (OLED)», Деком, 2011
3. Lakowicz J.R., «Principles of fluorescent spectroscopy», Springer, 2010

Дополнительная литература

4. P. Hanninen and H. Harma (eds.), Lanthanide Luminescence: Photophysical, Analytical and Biological Aspects, Springer Ser Fluoresc (2010), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010

- **Описание материально-технической базы.**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной презентационной техникой. Лекции-демонстрации проводятся в аудитории, оснащенной компьютерами (компьютерном классе).

11. Язык преподавания – русский

12. Преподаватели:

Уточникова Валентина Владимировна, к.х.н., н.с., valentina.utochnikova@gmail.com

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

1. Планируемые результаты обучения приведены в п.5.
2. Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала (приводятся контрольные работы, вопросы к коллоквиумам и пр.) и промежуточной (вопросы к экзамену или зачету). Все программы канд.минимум есть в ОПОП

Примеры контрольных вопросов:

1. Что такое "электрон", "дырка" и "экситон" в OLED?
2. От чего зависит, будет ли комплекс флуоресцировать или фосфоресцировать? Можно ли одновременно наблюдать оба процесса? А по очереди?
3. Какие характерные времена жизни люминесценции соединений лантанидов? Почему при таких временах жизни они люминесцируют?
4. Что нужно для эффективной люминесценции комплексов РЗЭ?
5. Каково минимально возможное напряжение включения OLED? Почему в реальности оно выше?

Примеры домашних заданий:

1. Считая эффективность формирования трипленого уровня близкой к 100%, определите эффективность переноса энергии с лиганда на центральный ион иттербия, если квантовый выход его люминесценции при возбуждении через лиганд равен 7.4%, а при прямом возбуждении иттербия - 9.1%.
2. Рассчитайте квантовый выход соединения Q, зная его излучательную k_f и безызлучательную k_{nr} константы. Что произойдет с Q, k_f и k_{nr} , если соединение охладить до температуры жидкого азота?
3. Некоторое соединение при комнатной температуре обладает временем жизни возбужденного состояния t , а при температуре жидкого азота - t_0 . Сравните t и t_0 и выразите через них квантовый выход этого соединения.
4. Объясните изменение цвета люминесценции в ряду комплексов, представленных на слайде 18.
5. Напишите терм основного состояния иона лантанида (каждому аспиранту выделяется свой ион).

Образцы практических контрольных заданий и вопросов для промежуточной аттестации – зачета:

1. Каков механизм формирования возбужденного состояния в OLED? Чем он отличается от формирования возбужденного состояния при фотовозбуждении?
2. Люминесценция комплексов РЗЭ характеризуются: а) наличием нескольких узких полос в спектрах, б) постоянством положения этих полос и в) длинными временами жизни возбужденного состояния. Чем объясняется каждая из этих особенностей?

3. Опишите принцип работы OLED.
4. Зная, как выглядит спектр люминесценции $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (слайд 13), скажите, в какой области, с вашей точки зрения, будет наблюдаться люминесценция $\text{Al}(\text{ppy})_3$. А самого Hppy ?
5. Почему у ионов лантанидов большие координационные числа? Какие способы насыщения их координационной сферы вы знаете?
6. Какие важнейшие этапы можно выделить в работе OLED?
7. Как можно снизить напряжение включения? Какие дополнительные слои для этого используют?

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Зачет проводится по билетам. В ходе сдачи зачета проверяется, в первую очередь, формирование «знаниевой» компоненты компетенций, перечисленных в п.5, а также сформированность перечисленных в п.5 умений. Уровень знаний аспиранта по каждому вопросу оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». В случае, если на все вопросы был дан ответ, оцененный не ниже чем «удовлетворительно», аспирант получает общую оценку «зачтено». Ведомость приема зачета подписывается членами комиссии.

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач