

Программа утверждена на заседании
Ученого Совета химического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
Протокол № 4 от 27 мая 2016 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

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, Химия твердого тела

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)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	З1 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности
ОПК-1 способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-	У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования

коммуникационных технологий	
ПК-1 Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.01 Неорганическая химия	39 (ПК-1) Знать современные методы исследования люминесцентных материалов У7 (ПК-1) Уметь использовать современные методы исследования люминесцентных материалов при решении практических задач
ПК-16 способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) 02.00.21 Химия твердого тела	У6 (ПК-16) Уметь использовать современные научные данные о люминесцентных материалах при выборе материала для решения практических задач в области химии твердого тела

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),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		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 светодиодов	16	4	4				8	8		8
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

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 для формирования компетенций п.5 и соответствующие им критерии оценивания приведены в Приложении 1.
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_r и безызлучательную k_{nr} константы. Что произойдет с Q, k_r 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.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Люминесценция неорганических и гибридных материалов» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) и ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ*
	1	2	3	4	5	
31 (УК-2) Знать методы научно-исследовательской деятельности	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания в области методов исследования люминесцентных материалов	Общие, но не структурированные знания в области методов исследования люминесцентных материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания в области методов исследования люминесцентных материалов	Сформированные систематические знания в области методов исследования люминесцентных материалов	Зачет в форме индивидуального собеседования
У1 (ОПК-1) Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования	Отсутствие умений	Частично освоенное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	В целом успешно, но не систематически осуществляем умения в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы умения в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	Сформированное умение в выборе и применении экспериментальных и расчетно-теоретических методов исследования	письменное решение задач

1	2	3	4	5	6	7
39 (ПК-1) Знать современные методы исследования люминесцентных материалов	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современном состоянии науки в области методов исследования люминесцентных материалов	Неполные представления о современном состоянии науки в области методов исследования люминесцентных материалов	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о современном состоянии науки в области методов исследования люминесцентных материалов	Сформированное систематические представления о современном состоянии науки в области методов исследования люминесцентных материалов.	Зачет в форме индивидуального собеседования
У7 (ПК-1) Уметь использовать современные методы исследования люминесцентных материалов при решении практических задач	Отсутствие знаний	Интуитивный и не всегда верный выбор методов исследования конкретных люминесцентных материалов	Допускает отдельные ошибки при выборе методов исследования конкретных люминесцентных материалов	Выбирает правильные методы исследования конкретных люминесцентных материалов, но затрудняется предложить научное обоснование своего выбора	Умеет правильно выбрать и обосновывать выбор тех или иных методов исследования конкретных люминесцентных материалов	письменное решение задач
У6 (ПК-16) Уметь использовать современные научные данные о люминесцентных материалах при выборе материала для решения практических задач	Отсутствие умений	Знает возможные классы люминесцентных соединений, но выбирает класс соединения для конкретного применения наобум	Аргументирует выбор соединения, но учитывает только немногие факторы	Аргументированно выбирает соединения для решения конкретных задач, но некоторые факторы не учитывает	Грамотно и аргументированно выбирает необходимое соединение	письменное решение задач

