Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«31» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.01.01 ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) - Неорганическая химия и химия координационных соединений

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки - 04.03.01 Химия.

Программу составил А.И. Офлиди, доцент, канд. хим. наук

Рабочая программа дисциплины ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ОСНОВЕ утверждена на заседании кафедры (разработчика) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии
протокол № 13 от «14» 05 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии протокол № 13 от «14» 05 2019 г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Буков Н.Н.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 6 от «16» 05 2019 г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.

Рецензенты:

Фролов В.Ю., директор ООО «Ланэс», канд. хим. наук
Шкирская С.А., доцент кафедры физической химии ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины.

Освоение студентами методов люминесцентной спектроскопии для определения структуры и свойств неорганических и комплексных соединений, а также материалов на их основе, теоретических основ дезактивации электронного возбуждения молекул и основные закономерности люминесценции и ее спектральных проявлений.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение теоретических представлений о закономерностях люминесценции и физических процессов, вызывающих и сопровождающих люминесценцию вещества;
- изучение и усвоение принципов и методов измерения люминесценции;
- формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков работы в области люминесцентных методов изучения и анализа вещества.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Люминесценция неорганических соединений и материалов на их основе» относится к дисциплинам по выбору Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия».

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Кристаллография», «Химия координационных соединений».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями», «Химия твердого тела», «Направленный синтез неорганических и координационных соединений» а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1	ПК-2	Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	принципы работы серийных спектральных приборов	выбирать оптимальные методы и оборудование люминесцентной спектроскопии для исследования конкретных химических соединений и веществ	методикой лабораторного люминесцентного анализа
2	ПК-3	Способен использовать современные теоретические представления химической науки для анализа экспериментальных данных	физические основы оптики сложных молекулярных систем, люминесценции и современные методы исследования взаимодействия излучения с веществом	использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения спектров люминесценции	опытом использования люминесценции в процессе проведения научных исследований

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице *(для студентов ОФО)*.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			5			
Контактная работа, в том числе:		**52,2**	**52,2**			
Аудиторные занятия (всего):		**50**	**50**			
Занятия лекционного типа		16	16		-	-
Лабораторные занятия		34	34		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-		-	-
		-	-		-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		**55,8**	**55,8**			
Курсовая работа		-	-		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		28	28		-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-		-	-
Реферат		-	-		-	-
Подготовка к текущему контролю		27,8	27,8		-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену						
Общая трудоемкость	**час.**	**108**	**108**		-	-
	в том числе контактная работа	**52,2**	**52,2**			
	зач. ед	**3**	**3**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Явление люминесценции и ее классификация	9	1	-	2	6
2.	Выход люминесценции	11	1	-	4	6
3.	Теория молекулярной фотолюминесценции	12	2	-	4	6
4.	Явление фосфоресценции	12	2	-	4	6
5.	Тушение люминесценции	12	2	-	4	6
6.	Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов	12	2	-	4	6

7.	Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе	12	2	-	4	6
8.	Экспериментальная техника люминесценции	12	2	-	4	6
9.	Практическое приложение явления люминесценции	13,8	2	-	4	7,8
	Итого по дисциплине:	105,8	16	-	34	55,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю	-				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Явление люминесценции и ее классификация	Явление люминесценции и ее классификация. Классификация люминесценции по типам возбуждения. Классификация люминесценции по времени послесвечения. Резонансная люминесценция. Спонтанная люминесценция. Вынужденная люминесценция. Рекомбинационная люминесценция.	Устный опрос
2.	Выход люминесценции	Выход люминесценции. Квантовый и энергетический выход люминесценции. Время жизни в возбужденном состоянии центров свечения. Законы затухания люминесценции.	Устный опрос
3.	Теория молекулярной фотолюминесценции	Основные закономерности молекулярной люминесценции. Условия возбуждения электронного спектра испускания. Связь полос поглощения и испускания сложных молекул. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждения света. Закон Стокса-Ломмеля. Правило Левшина. Универсальное соотношение Степанова. Эффект Шпольского.	Устный опрос

1	2	3	4
4.	Явление фосфоресценции	Процессы длительного послесвечения. Условия возникновения спектров фосфоресценции. Схема Теренина-Льюиса. Триплетное состояние и его свойства. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия.	Устный опрос
5.	Тушение люминесценции.	Тушение люминесценции. Внешнее и внутреннее тушение люминесценции. Статистическое тушение люминесценции. Уравнение Штерна-Фольмера. Диффузионная теория тушения люминесценции посторонними веществами. Соотношение между выходом люминесценции и временем жизни возбужденного состояния для динамического и статистического тушения. Константа динамического тушения Кд. Константа скорости процесса диффузии Кс, уравнение Смолуховского.	Устный опрос
6.	Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов	Фотолюминесценция растворов и сопутствующие эффекты. Влияние растворителя на спектр люминесценции. Процесс релаксации растворителя. Общее и специфическое влияние растворителя на спектр люминесценции. Уравнение Липперта. Влияние водородной связи на спектр люминесценции. Влияние примесей в растворе. Влияние концентрации активатора. Влияние температуры.	Устный опрос
7.	Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе	Кристаллофосфоры. Состав и получение кристаллофосфоров. Зонная модель кристаллофосфоров. Кинетика процесса затухания рекомбинационной и внутрицентровой люминесценции. Механизм люминесценции координационных соединений лантаноидов. «Антенный эффект». Закономерности между строением комплексных соединений и люминесцентными характеристиками.	Устный опрос
8.	Экспериментальная техника люминесценции	Приборы для измерения спектров люминесценции. Источники возбуждения. Типы монохроматоров и детекторов. Пробоподготовка: измерение спектров люминесценции растворов и твердых соединений. Определение квантовых выходов. Кинетика люминесценции.	Устный опрос
9.	Практическое приложение явления люминесценции	Методы люминесценции в аналитической химии. Характеристики аналитических методов. Использование явления хемолюминесценции и фотолюминесценции в биологии. Люминесценция координационных соединений для визуализации биологических объектов.	Устный опрос

		Неорганические люминофоры и сферы их применения.	

2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Запись электронных спектров поглощения и определение их характеристик	Отчет по лабораторной работе
2.	Проверка закона Стокса и правила зеркальной симметрии	Отчет по лабораторной работе
3.	Определение относительных квантовых выходов люминесценции веществ в растворе.	Отчет по лабораторной работе
4.	Измерение кинетики люминесценции.	Отчет по лабораторной работе
5.	Измерение спектров фосфоресценции.	Отчет по лабораторной работе
6.	Концентрационное тушение люминесценции.	Отчет по лабораторной работе
7.	Тушение люминесценции посторонними веществами.	Отчет по лабораторной работе
8.	Влияние растворителя на люминесценцию.	Отчет по лабораторной работе
9.	Температурное тушение люминесценции.	Отчет по лабораторной работе
10.	Люминесценция комплексных соединений s- и p-элементов	Отчет по лабораторной работе
11.	Люминесценция комплексных соединений d-элементов	Отчет по лабораторной работе
12.	Люминесценция комплексных соединений f-элементов	Отчет по лабораторной работе
13.	Приготовление кристаллофосфоров	Отчет по лабораторной работе

1	2	3
14.	Измерение спектров люминесценции кристаллофосфоров	Отчет по лабораторной работе
15.	Хемилюминесценция	Отчет по лабораторной работе
16.	Люминесцентное определение ионов металлов	Отчет по лабораторной работе
17.	Люминесценция тонкопленочных материалов	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — ISBN: 978-5-8114-1638-7. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50168. 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2.	Подготовка к текущему контролю	1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — ISBN: 978-5-8114-1638-7. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50168. 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Химия» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Интерактивное обучение - путь к управлению системы самостоятельной работы студентов.

Технология интерактивного обучения заключается в том, что на протяжении всего учебного времени происходит обмен мнениями, выслушиваются и обсуждаются разные точки зрения студентов. Интерактивные методы - это способы целенаправленного усиленного взаимодействия преподаватели и студентов по созданию оптимальных условий процесса обучения.

Организация изучения материала курса осуществляется на основе системно-деятельностного подхода и рекомендаций поэтапного формирования умственных действий. При освоении дисциплины используются как традиционные, так и новые педагогические технологии. Лекции и лабораторные занятия являются традиционными при обучении в вузах и способствуют формированию у студентов базовых знаний, основных мыслительных операций, развитию логики. Лекции носят мотивационно-познавательный характер. Лабораторные занятия являются самостоятельными и имеют проблемно-поисковый характер. Лабораторную работу, выполняемую студентом, можно считать проблемной ситуацией и ее решение позволяет реализовать творческую деятельность, развить коммуникативную способность каждого студента, научить его аргументированно выражать свои мысли в присутствии других, развивать навыки экспериментальной работы.

Для повышения эффективности учебного процесса используются следующие образовательные технологии: информационно-развивающие технологии, направленные на формирование системы знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется метод проблемного изложения материала, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний включая использование технических и электронных средств информации; деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность; развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения; технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии, обеспечивающие учет различных способностей обучающих, создание необходимых условий для развития их индивидуальных особенностей.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут быть использованы образовательные технологии, позволяющие полностью индивидуализировать

содержание, методы и темпы учебной деятельности, вносить вовремя необходимые коррективы как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса и отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Явление люминесценции и ее классификация	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Явление люминесценции и ее классификация» Отчет по лабораторной работе «Хемолюминесценция»	Вопрос на зачете 1
2	Выход люминесценции	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Выход люминесценции» Отчеты по лабораторным работам «Определение относительных квантовых выходов люминесценции веществ в растворе» «Измерение кинетики люминесценции»	Вопрос на зачете 2-4
3	Теория молекулярной фотолюминесценции	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Теория молекулярной фотолюминесценции» Отчет по лабораторной работе «Проверка закона Стокса и правила зеркальной симметрии»	Вопрос на зачете 4-8
4	Явление фосфоресценции	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Явление фосфоресценции» Отчет по лабораторной работе «Измерение спектров фосфоресценции»	Вопрос на зачете 9-10
5	Тушение люминесценции	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Тушение люминесценции» Отчеты по лабораторным работам «Концентрационное тушение люминесценции» «Температурное тушение люминесценции»	Вопрос на зачете 11-13

6	Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов» Отчеты по лабораторным работам «Запись электронных спектров поглощения и определение их характеристик» «Влияние растворителя на люминесценцию»	Вопрос на зачете 14-16
7	Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе» Отчеты по лабораторным работам «Люминесценция комплексных соединений s- и p-элементов» «Люминесценция комплексных соединений d-элементов» «Люминесценция комплексных соединений f-элементов»	Вопрос на зачете 17-19
8	Экспериментальная техника люминесценции	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Экспериментальная техника люминесценции» Отчеты по лабораторным работам «Приготовление кристаллофосфоров» «Измерение спектров люминесценции кристаллофосфоров»	Вопрос на зачете 21
9	Практическое приложение явления люминесценции	ПК-2, ПК-3	Устный опрос по теме «Практическое приложение явления люминесценции» Отчеты по лабораторным работам «Люминесцентное определение ионов металлов» «Люминесценция тонкопленочных материалов»	Вопрос на зачете 20

Код и наименование компетенций	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	пороговый	**базовый**	**продвинутый**
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-2 – владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	*Знает* – принципы работы серийных спектральных приборов *Имеющиеся знания неполные, не вполне осознанные*	*Знает* – принципы работы серийных спектральных приборов *Имеющиеся знания являются полными и преимущественно осознанными*	*Знает* – принципы работы серийных спектральных приборов *Имеющиеся знания являются полными и осознанными*
	Умеет – выбирать оптимальные методы и оборудование люминесцентной спектроскопии для исследования конкретных химических соединений и веществ *При выполнении заданий достигает минимально допустимый уровень*	*Умеет* – выбирать оптимальные методы и оборудование люминесцентной спектроскопии для исследования конкретных химических соединений и веществ *При выполнении заданий нуждается в консультациях*	*Умеет* – выбирать оптимальные методы и оборудование люминесцентной спектроскопии для исследования конкретных химических соединений и веществ *Свободно владеет умением, проявляя элементы самостоятельного творческого подхода*
	Владеет – методикой лабораторного люминесцентного анализа *Владение сформировано слабо*	*Владеет* – методикой лабораторного люминесцентного анализа *Владение сформировано не полностью, студент успешно действует в стандартных ситуациях, но затрудняется в решении менее тривиальных задач*	*Владеет* – методикой лабораторного люминесцентного анализа *Действует на продуктивном уровне, способен принимать решения в ситуациях, требующих нестандартного подхода*
ПК-3 – способностью применять основные естественнонаучные	*Знает* – физические основы оптики сложных молекулярных систем,	*Знает* – физические основы оптики сложных молекулярных систем,	*Знает* – физические основы оптики сложных молекулярных систем,

законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	люминесценции и современные методы исследования взаимодействия излучения с веществом *Имеющиеся знания неполные, не вполне осознанные*	люминесценции и современные методы исследования взаимодействия излучения с веществом *Имеющиеся знания являются полными и преимущественно осознанными*	люминесценции и современные методы исследования взаимодействия излучения с веществом *Имеющиеся знания являются полными и осознанными*
	Умеет – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения спектров люминесценции *При выполнении заданий достигает минимально допустимый уровень в решении поставленных задач*	*Умеет* – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения спектров люминесценции *При выполнении заданий нуждается в консультациях*	*Умеет* – использовать современные физико-химические подходы, приемы и методы для изучения спектров люминесценции *Свободно владеет умением, проявляя элементы самостоятельного творческого подхода*
	Владеет – опытом использования люминесценции в процессе проведения научных исследований *Владение сформировано слабо*	*Владеет* – опытом использования люминесценции в процессе проведения научных исследований *Владение сформировано не полностью, студент затрудняется в решении менее тривиальных задач*	*Владеет* – опытом использования люминесценции в процессе проведения научных исследований *Действует на продуктивном уровне, способен принимать решения в ситуациях, требующих нестандартного подхода*

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

Устный опрос

Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-2, ПК-3

Тема: «Явление люминесценции и ее классификация»

1. Явление люминесценции и ее классификация.
2. Классификация люминесценции по типам возбуждения.
3. Классификация люминесценции по времени послесвечения.
4. Резонансная люминесценция.
5. Спонтанная люминесценция.
6. Вынужденная люминесценция.
7. Рекомбинационная люминесценция.

Тема: «Выход люминесценции»

1. Выход люминесценции.
2. Квантовый и энергетический выход люминесценции.
3. Время жизни в возбужденном состоянии центров свечения.
4. Законы затухания люминесценции.

Тема: «Теория молекулярной фотолюминесценции»

1. Основные закономерности молекулярной люминесценции.
2. Условия возбуждения электронного спектра испускания.
3. Связь полос поглощения и испускания сложных молекул.
4. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждения света.
5. Закон Стокса-Ломмеля.
6. Правило Левшина. Универсальное соотношение Степанова.
7. Эффект Шпольского.

Тема: «Явление фосфоресценции»

1. Процессы длительного послесвечения.
2. Условия возникновения спектров фосфоресценции.
3. Схема Теренина-Льюиса.
4. Триплетное состояние и его свойства.
5. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия.

Тема: «Тушение люминесценции»

1. Тушение люминесценции.
2. Внешнее и внутреннее тушение люминесценции.
3. Статистическое тушение люминесценции.
4. Уравнение Штерна-Фольмера.
5. Диффузионная теория тушения люминесценции посторонними веществами.
6. Соотношение между выходом люминесценции и временем жизни возбужденного состояния для динамического и статистического тушения.
7. Константа динамического тушения Кд.

8. Константа скорости процесса диффузии Кс, уравнение Смолуховского.

Тема: «Зависимость люминесцентных характеристик от внешних факторов»

1. Фотолюминесценция растворов и сопутствующие эффекты.
2. Влияние растворителя на спектр люминесценции.
3. Процесс релаксации растворителя.
4. Общее и специфическое влияние растворителя на спектр люминесценции.
5. Уравнение Липперта.
6. Влияние водородной связи на спектр люминесценции.
7. Влияние примесей в растворе.
8. Влияние концентрации активатора.
9. Влияние температуры.

Тема: «Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе»

1. Кристаллофосфоры.
2. Состав и получение кристаллофосфоров.
3. Зонная модель кристаллофосфоров.
4. Кинетика процесса затухания рекомбинационной и внутрицентровой люминесценции.
5. Механизм люминесценции координационных соединений лантаноидов.
6. «Антенный эффект».
7. Закономерности между строением комплексных соединений и люминесцентными характеристиками.

Тема: «Особенности люминесценции неорганических соединений и материалов на их основе»

1. Приборы для измерения спектров люминесценции.
2. Источники возбуждения.
3. Типы монохроматоров и детекторов.
4. Пробоподготовка: измерение спектров люминесценции растворов и твердых соединений.
5. Определение квантовых выходов.
6. Кинетика люминесценции.

Тема: «Практическое приложение явления люминесценции»

1. Методы люминесценции в аналитической химии.
2. Характеристики аналитических методов.
3. Использование явления хемолюминесценции и фотолюминесценции в биологии.
4. Люминесценция координационных соединений для визуализации биологических объектов.
5. Неорганические люминофоры и сферы их применения.

Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
1) полное раскрытие вопроса; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; 5) использование дополнительной литературы и иных материалов и др.	«отлично»	повышенный (продвинутый) уровень
1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников.	«хорошо»	базовый уровень
1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала и материала современных учебников; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников; 4) неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.	«удовлетворительно»	пороговый уровень

Отчеты по лабораторным работам

Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-2, ПК-3

Перечень лабораторных работ

1. Запись электронных спектров поглощения и определение их характеристик
2. Проверка закона Стокса и правила зеркальной симметрии
3. Определение относительных квантовых выходов люминесценции веществ в растворе.
4. Измерение кинетики люминесценции.
5. Измерение спектров фосфоресценции.
6. Концентрационное тушение люминесценции.
7. Тушение люминесценции посторонними веществами.
8. Влияние растворителя на люминесценцию.
9. Температурное тушение люминесценции.
10. Люминесценция комплексных соединений s- и p-элементов
11. Люминесценция комплексных соединений d-элементов
12. Люминесценция комплексных соединений f-элементов
13. Приготовление кристаллофосфоров
14. Измерение спектров люминесценции кристаллофосфоров
15. Хемилюминесценция

Указания к составлению отчётов о выполнении работы

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе следует заносить в рабочий журнал, отражающий всю работу студента. На обложке или на первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы и название практикума. Записи в журнале производят только чернилами, лаконично, аккуратно, непосредственно после проведения опыта. Запись должна содержать:

1. Дату выполнения работы.
2. Название темы и название опыта
3. Последовательность проведения операций опыта.
4. Описание условий проведения опыта.
5. Рисунок или схему используемого прибора.

6. Уравнения всех происходящих в опытах реакций.
7. Изменение окраски веществ, выделение и характер осадка.
8. Расчеты, проводимые при выполнении работы.
9. Ответы на поставленные в руководстве вопросы.
10. Выводы.

Критерии оценки

Критерии	**Оценка**	**Уровень**
Владение навыками планирования, прогнозирования и проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение приемами разработки и реализации методов синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.	зачтено	повышенный (продвинутый) уровень
Владение навыками проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение методами синтеза координационных соединений; владение техникой эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; владение навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.	зачтено	базовый уровень
Отсутствие владения навыками химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; невладение методами синтеза координационных соединений; отсутствие владения техникой	не зачтено	уровень не сформирован

эксперимента, приемами измерения физических величин с заданной точностью; отсутствие владения навыками работы на приборах, анализа и интерпретации полученных экспериментальных результатов.		

Зачетно-экзаменационные материалы
для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

Вопросы для подготовки к зачету
Компетенции проверяемые оценочным средством: *ПК-2, ПК-3*

1. Явление люминесценции и ее классификация.
2. Выход люминесценции: типы и методы определения.
3. Законы затухания люминесценции.
4. Условия возбуждения электронного спектра испускания.
5. Связь полос поглощения и испускания сложных молекул.
6. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждения света.
7. Закон Стокса-Ломмеля.
8. Универсальное соотношение Степанова.
9. Условия возникновения спектров фосфоресценции.
10. Триплетное состояние и его свойства.
11. Тушение люминесценции и его типы.
12. Механизмы тушения люминесценции.
13. Характеристики тушения люминесценции.
14. Фотолюминесценция растворов и сопутствующие эффекты.
15. Влияние растворителя на спектр люминесценции.
16. Влияние водородной связи на спектр люминесценции.
17. Термы трехзарядных ионов лантаноидов.
18. Механизм люминесценции комплексов лантаноидов.
19. Закономерности между строением комплексных соединений и люминесцентными характеристиками.
20. Практическое применение люминесцентных комплексов лантаноидов.
21. Экспериментальная техника люминесцентной спектроскопии.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Методические рекомендации к сдаче зачета

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения лабораторных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно - по посещаемости лекций, результатам работы на лабораторных занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных лабораторных работ. Студенты у которых количество пропусков превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет освоения дисциплины. При этом студенты должны сдать отчеты по всем лабораторным работам.

Критерии оценки

Ответ оценивается **«зачтено»**, если студент:

полно раскрыл содержание материала в области, предусмотренной программой; изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию; показал умения иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами из практики; продемонстрировал усвоение изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость знаний; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов; возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Ответ оценивается **«незачтено»** в следующих случаях:

не раскрыто основное содержание учебного методического материала; обнаружено незнание и непонимание студентом большей или наиболее важной части дисциплины; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; допускает ошибки в освещении основополагающих вопросов дисциплины.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

5.1 Основная литература:

1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Васильева [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/50168

5.2 Дополнительная литература:

1. Пентин, Ю.А. Основы молекулярной спектроскопии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Ю. А. Пентин, Г. М. Курамшина. - М. : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 398 с. : ил. - (Методы в химии). - Библиогр. : с. 392-393. - ISBN 9785947747652. - ISBN 9785030038469.

2. Пентин, Ю.А. Физические методы исследования в химии [Текст] : Учебник для студентов вузов. - М. : Изд-во "МИР" Изд-во "АСТ", 2003. - 683с. : ил. - (Методы в химии). - Библиогр. : с. 658-661. - ISBN 5030034706. - ISBN 5170187602 : 358.00.

3. Маряхина, В.С. Теоретические основы методов спектрального анализа [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Маряхина, Е.А. Кунавина, Е.А. Строганова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 135 с. — Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469353

5.3 Периодические издания:

1. «Журнал прикладной спектроскопии».
2. «Успехи химии».
3. «Координационная химия».
4. «Химия и жизнь».

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО преподавание учебной дисциплины «Люминесценция неорганических соединений и материалов на их основе» предусматривает компетентностный подход в учебном процессе, который основывается на инновационных психолого-педагогических технологиях, направленных на повышение эффективности и качества формирования профессиональных навыков обучающихся. Основными формами обучения являются: лекции и лабораторные работы.

В разработанной программе использованы активные и интерактивные формы обучения: дискуссии, решение индивидуальных экспериментальных задач, работа в составе малых групп.

Для успешного освоения дисциплины «Люминесценция неорганических соединений и материалов на их основе» каждый студент обеспечивается учебно-методическими материалами (тематическими планами лекций и лабораторных занятий, учебно-методической литературой, лабораторными практикумами).

Различные виды учебной работы, включая самостоятельную работу студента, способствуют овладению культурой мышления, способностью в письменной и устной речи логически правильно оформить основные положения дидактических единиц дисциплины, т.е. формируется системный подход к анализу химической информации, восприятию инноваций, что способствует готовности к самосовершенствованию, самореализации, личностной и предметной рефлексии.

Тематика лекций и лабораторных работ соответствует содержанию программы дисциплины.

Лекции читают по наиболее важным разделам программы. Они носят проблемный характер и формируют у студентов системное представление об изучаемых разделах предмета, обеспечивают усвоение ими основных принципов и положений дисциплины «Люминесценция неорганических

соединений и материалов на их основе», а также готовность к восприятию научно-технических инноваций и технологий.

Лабораторные работы обеспечивают приобретение и закрепление необходимых навыков и умений, формируют профессиональные компетенции, готовность к самостоятельной и индивидуальной работе, принятию ответственных решений в рамках профессиональной деятельности.

Лабораторные занятия проводятся с целью усвоения студентами основных теоретических, методических и организационных разделов программы, а также выработки и закреплению навыков практических умений.

Отдельные темы разделов дисциплины студенты прорабатывают самостоятельно. Содержание самостоятельной работы: чтение основной и рекомендуемой дополнительной литературы, решение ситуационных задач, что способствует развитию познавательной активности, творческого мышления студентов, прививает навыки самостоятельного поиска информации, а также формирует способность и готовность к самосовершенствованию, самореализации и творческой адаптации.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационных технологий.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.

7.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

В процессе освоения дисциплины используется следующее программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)
2. Портал открытых данных Российской Федерерации https://data.gov.ru
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata
4. База данных Научной электронный библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН http://www2.viniti.ru/
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru/
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: http://fcior.edu.ru/.
9. Российский образовательный портал. URL: http://www.school.edu.ru/
10. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
11. Зарубежные ведущие научные и учебные центры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др.
12. Химический каталог: химические ресурсы Рунета http://www.ximicat.com/
13. Портал фундаментального химического образования России http://www.chemnet.ru
14. Химик: сайт о химии для химиков http://www.xumuk.ru/
15. Химический сервер http://www.Himhelp.ru

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, меловая доска (аудитория 425с).

2	Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловой доской, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторное оборудование: спектрофлуориметр Флюорат-02-«ПАНОРАМА», наборы химической посуды и реактивов, водяные бани, вакуумные насосы, термометры, магнитные мешалки с подогревом (аудитория 422с)
3	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченная доступом в электронную информационно- образовательную среду университета, (аудитория 431с).
4	Групповые (индивидуальные) консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация	аудитория 136С