

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный
университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет естественных наук

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЕН

Резников В. А.

Подпись

5 октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Практическая люминесценция

направление подготовки: 04.04.01 Химия

направленность (профиль): Химия

Форма обучения: очная

Разработчик:

к.ф.-м.н., доц. Глебов Е.М.

Зав. кафедрой

д.х.н., проф. Пармон В.Н.

Руководитель программы:

чл.-корр. РАН, проф. Нетесов С.В.

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	5
5. Перечень учебной литературы	7
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	7
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	8
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	8
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	9
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
<p>М-ОПК-1. Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения</p>	<p>М-ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>- <i>знает</i> теоретические основы люминесцентной спектроскопии; - <i>знает</i> основные методы стационарной и времяразрешенной люминесцентной спектроскопии; - <i>умеет</i> работать на современном оборудовании для физико-химического эксперимента.</p>
<p>М-ОПК-2. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>М-ОПК-2.1. Проводит критический анализ собственных экспериментальных («в стекле» и «in silico») данных, корректно интерпретирует их</p> <p>М-ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук</p>	<p>- <i>знает</i> стандартные способы представления информации, полученной в ходе люминесцентных экспериментов; - <i>умеет</i> анализировать спектральную и кинетическую информацию, полученную в люминесцентных экспериментах.</p> <p>- <i>знает</i> основные теоретические модели, используемые для интерпретации люминесцентных экспериментов; - <i>имеет</i> опыт сравнения собственных результатов с литературными данными по близким системам и процессам.</p>

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
М-ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	М-ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности	- <i>имеет</i> опыт использования программного обеспечения современного прибора для обработки результатов эксперимента. - <i>владеет</i> навыками использования графических редакторов для изображения структурных формул органических соединений; - <i>владеет</i> навыками использования графических редакторов для обработки результатов физико-химического эксперимента.
М-ОПК-4. Способен готовить публикации, участвовать в профессиональных дискуссиях, представлять результаты профессиональной деятельности в виде научных и научно-популярных докладов	М-ОПК-4.2. Представляет результаты своей работы в устной форме на русском и английском языке	- <i>знает</i> общие принципы создания доклада о результатах научной работы; - <i>умеет</i> пользоваться современными программными продуктами для подготовки презентаций и представления результатов; - <i>владеет</i> навыком вести научную дискуссию
М-ПК-4. Способен использовать современные инструментальные методы для установления физических и физико-химических свойств известных и новых соединений и материалов	М-ПК-4.1. Исследует физические и физико-химические свойства (оптические, магнитные, электрические, каталитические, термические и т. п.) известных и новых соединений и материалов с применением современного научного оборудования и программного обеспечения	- <i>знает</i> возможности люминесцентной спектроскопии для анализа свойств соединений и материалов; - <i>умеет</i> правильно организовать люминесцентный эксперимент; - <i>владеет</i> навыками получения информации из люминесцентного эксперимента.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс «Практическая люминесценция» является теоретико-экспериментальным курсом, преподающимся на 1 курсе магистратуры.

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины *Практическая люминесценция*:

- Физика
- Строение вещества
- Химическая кинетика

- Химическая термодинамика
- Введение в хемоинформатику.

Дисциплины и практики, для изучения которых необходимо освоение дисциплины:

- Производственная практика, научно-исследовательская работа

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма аттестации: дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Количество часов
1	Лекции, ч	24
2	Практические занятия, ч	
3	Лабораторные занятия, ч	16
4	Занятия в контактной форме, ч из них	46
5	из них аудиторных занятий, ч	24
6	лабораторных занятий, ч	16
7	зачет по теоретической части, ч	3
8	итоговая конференция, ч	3
9	Самостоятельная работа, час.	26
10	Всего, ч	72

Реализация дисциплины включает:

А). Зачет по теоретической части.

Б). Выполнение практической работы поискового плана на оборудовании НГУ с последующей подготовкой презентации по результатам работы и защиты ее на итоговой конференции.

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Лекции (24 ч)

<i>Наименование темы и их содержание</i>	<i>Объем, час</i>
Раздел 1. Основные понятия и методы	
<i>Тема 1. Основные понятия люминесцентной спектроскопии.</i> Свет как электромагнитная волна, единицы измерения. Поглощение света. Закон Ламберта-Бэра. Принцип Франка-Кондона. Оптические переходы, сила осциллятора, правила отбора. Фотофизические процессы. Диаграмма Яблонского. Внутренняя конверсия, интеркомбинационная конверсия, колебательная релаксация, релаксация растворителя. Характерные времена. Флуоресценция, фосфоресценция. Другие виды люминесценции. Стоксов сдвиг. Стоксова и антистоксова люминесценция Правило Каша. Исключения Квантовый выход и время жизни люминесценции	2

<p>Тема 2. <i>Люминесцентные методы исследования</i> Источники света: солнце, лампы, лазеры. Монохроматоры, фильтры. Стационарная фотолюминесценция. Идеальный спектрофлуориметр. Корректировка спектров люминесценции. Измерение квантового выхода люминесценции. Актинометрия. Относительные и абсолютные измерения. Измерение кинетики люминесценции. Времякоррелированный счет фотонов. Сверхбыстрая люминесценция. Upconversion.</p>	2
Раздел 2. Физические основы люминесцентной спектроскопии	
<p>Тема 3. <i>Излучение в классической физике</i> Уравнения Максвелла. Волновые уравнения. Дипольное излучение.</p>	2
<p>Тема 4. <i>Излучение в квантовой механике</i> Золотое правило Ферми. Вероятности оптических переходов.</p>	2
<p>Тема 5. <i>Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение</i> Коэффициенты Эйнштейна. Тепловое излучение, формула Планка. Сила осциллятора оптических переходов.</p>	2
<p>Тема 6. <i>Типы фотолюминесценции</i> Флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция, рекомбинационная люминесценция, сенсibilизированная люминесценция, эксимеры, эксиплексы.</p>	2
Раздел 3. Тушение люминесценции	
<p>Тема 7. <i>Статическое и динамическое тушение</i> Динамическое тушение. Уравнение Штерна-Фольмера. Кинетика тушения. Статическое тушение. Сфера эффективного тушения. Диффузионная кинетика. Нестационарность. Тушение люминесценции кислородом. Синглетный кислород. Тушение люминесценции в твердой фазе. Туннельный эффект.</p>	2
<p>Тема 8. <i>Перенос энергии.</i> Тривиальный (радиационный) и безызлучательный перенос энергии. Диполь-дипольный (Ферстеровский) механизм (FRET). Обменный (Декстеровский) механизм. Внутримолекулярный перенос энергии. Использование FRET.</p>	2
<p>Тема 9. <i>Перенос электрона</i> Фотоиндуцированный перенос электрона. Теория Маркуса. Энергия реорганизации среды.</p>	2
Раздел 4. Специфические вопросы люминесцентной спектроскопии	
<p>Тема 10. <i>Фотоиндуцированный перенос протона</i></p>	1
<p>Тема 11. <i>Влияние среды на люминесценцию</i> Факторы, влияющие на люминесценцию. Понятие полярности среды. Соотношение Липперта – Матаги. Специфические эффекты растворителя. Внутримолекулярный перенос заряда. LE и ICT – состояния.</p>	1
<p>Тема 12. <i>Поляризация люминесценции</i> Понятие поляризации. Поляризаторы и поляризационные измерения. Теория анизотропии. Фундаментальная анизотропия.</p>	2

Вращательная диффузия. Примеры применения анизотропии люминесценции.	
Тема 13. <i>Спектроскопия одиночных молекул</i> Потенциальные преимущества спектроскопии одиночных молекул. Принципиальные сложности в спектроскопии одиночных молекул. Использование полного внутреннего отражения. Использование конфокальной микроскопии. Конструкция приборов. Флуоресцентная корреляционная спектроскопия.	2

Практические занятия (16 ч)

Содержание практического занятия	Объем, час
Курс включает выполнение практической работы поискового плана на уникальном оборудовании, находящемся на кафедре физической химии ФЕН НГУ. Практическая работа выполняется группами размером 1-2 студента. Приветствуется постановка задач студентами (например, связанных с их основной научной деятельностью). По результатам практической работы студенты готовят 10-минутную презентацию в Power Point и представляют ее в ходе итоговой мини-конференции.	16

Самостоятельная работа студентов (26 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к зачету по теории.	13
Обработка результатов практической работы и подготовка итоговой презентации.	13

5. Перечень учебной литературы

1. Lakowicz J.R. Principles of Fluorescence Spectroscopy, 3rd Ed. Springer, 2006. 938 p. (имеется электронная версия).
2. Valeur B. Molecular Fluorescence: Principles and Applications. Wiley – VCH, 2001. 381 p. (имеется электронная версия).
3. Паркер С. Фотолюминесценция растворов. М.: Мир, 1972. 258 с. (имеется электронная версия).
4. Эмануэль Н.М., Кузьмин М.Г. Экспериментальные методы химической кинетики. Глава 3. Люминесценция. Учебное пособие. Москва: Изд-во Московского университета. 1985. С. 115-180. (имеется электронная версия).
5. Теренин А.Н. Фотоника молекул красителей и родственных соединений. Ленинград: Наука. 1967. 618 с. (имеется электронная версия).
6. Ronda C. (Ed.). Luminescence: from Theory to Applications. Weinheim. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2008. 251 p.
7. Степанов Б.И., Грибковский В.П. Введение в теорию люминесценции. Минск: Изд-во АН БССР. 1963. 444 с. (имеется электронная версия).

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

1. Chosrowjan H., Taniguchi S., Tanaka F. Ultrafast fluorescence upconversion technique and its applications to proteins. *FEBS J.* 282 (2015) 3003–3015 – URL: <https://doi:10.1111/febs.13180>

2. Dexter D.L. A Theory of Sensitized Luminescence in Solids. *J. Chem. Phys.* 21 (1953) 836-850. – URL: <https://doi.org/10.1063/1.1699044>
3. Ермолаев В.Л., Свешникова Е.Б., Бодунов Е.Н. Индуктивно-резонансный механизм безызлучательных переходов в ионах и молекулах в конденсированной фазе. *УФН.* 166 (1996) 279-302.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

7.1 Ресурсы сети Интернет

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.
- «Российская национальная платформа открытого образования» (<http://openedu.ru/>), Coursera (www.coursera.org), edX (www.edx.org).

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС и электронную почту.

7.2 Современные профессиональные базы данных:

- Реферативно-поисковая база данных Reaxys (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scopus (Elsevier)
- Реферативно-библиографическая база данных Scifinder (Chemical Abstracts Service)
- Библиометрическая база данных Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.)
- База данных полнотекстовых научных журналов JSTOR.
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
- Электронные ресурсы российской научной библиотеки eLibrary.ru
- Электронные ресурсы издательства American Chemical Society (ACS)
- Электронные ресурсы издательства Annual Reviews
- Электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier
- Электронные ресурсы издательства The Royal Society of Chemistry (RSC)
- Электронные ресурсы издательства Wiley

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения

Для обеспечения работы на спектрофлуориметре FLSP 920 (Edinburg Instruments) и анализа кинетических кривых спада люминесценции используется стандартное матобеспечение прибора.

Для представления спектров и кинетических кривых и работы с ними используется программа ORIGIN, версии 7.5 или 8.0.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины *Практическая люминесценция* используются специальные помещения и приборы:

1. Учебная аудитория в Институте химической кинетики и горения СО РАН для проведения лекций, зачетов и итоговой конференции;
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;
3. Времяразрешенный спектрофлюориметр FLSP920 (“Edinburgh Instruments”, кафедра физической химии НГУ, к. 115 лаб. корпуса НГУ);
4. Спектрофотометр «Agilent 8453» («Agilent Technologies»), кафедра физической химии НГУ, к. 115 лаб. корпуса НГУ);
5. Оборудование для приготовления полимерных пленок, ИХКГ СО РАН;
6. Источники света для проведения стационарного фотолиза, ИХКГ СО РАН.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине *Практическая люминесценция* и индикаторов их достижения представлен в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Курс «Практическая люминесценция» состоит из теоретической и экспериментальной частей.

По теоретической части студенты сдают простой зачет, наличие которого необходимо для получения итоговой оценки.

Практическая часть представляет собой выполнение (группами состав 1-2 человека) экспериментальной работы поискового плана, предложенной самим студентом, его научным руководителем или преподавателем курса. По результатам работы студенты готовят 10-минутную презентацию, которую представляют в ходе итоговой мини-конференции. По итогам выступления на конференции студенты получают дифференцированный зачет.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Практическая люминесценция

Таблица 10.1

Код компетенции	Индикатор	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
М-ОПК-1	М-ОПК-1.2. Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук	<ul style="list-style-type: none"> - <i>знает</i> теоретические основы люминесцентной спектроскопии; - <i>знает</i> основные методы стационарной и времязрешенной люминесцентной спектроскопии; - <i>умеет</i> работать на современном оборудовании для физико-химического эксперимента. 	Зачет по теории Итоговая презентация по результату экспериментальной работы
М-ОПК-2	М-ОПК-2.1. Проводит критический анализ собственных экспериментальных («в стекле» и «in silico») данных, корректно интерпретирует их	<ul style="list-style-type: none"> - <i>знает</i> стандартные способы представления информации, полученной в ходе люминесцентных экспериментов; - <i>умеет</i> анализировать спектральную и кинетическую информацию, полученную в люминесцентных экспериментах. 	Зачет по теории Итоговая презентация по результату экспериментальной работы
	М-ОПК-2.2. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	<ul style="list-style-type: none"> - <i>знает</i> основные теоретические модели, используемые для интерпретации люминесцентных экспериментов; - <i>имеет</i> опыт сравнения собственных результатов с литературными данными по близким системам и процессам. 	Зачет по теории Итоговая презентация по результату экспериментальной работы
М-ОПК-3	М-ОПК-3.2. Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> - <i>имеет</i> опыт использования программного обеспечения современного прибора для обработки результатов эксперимента. - <i>владеет</i> навыками использования графических редакторов для изображения структурных формул органических соединений; - <i>владеет</i> навыками использования графических редакторов для обработки результатов физико-химического эксперимента. 	Итоговая презентация по результату экспериментальной работы

М-ОПК-4	М-ОПК-4.2. Представляет результаты своей работы в устной форме на русском и английском языке	<ul style="list-style-type: none"> - <i>знает</i> общие принципы создания доклада о результатах научной работы; - <i>умеет</i> пользоваться современными программными продуктами для подготовки презентаций и представления результатов; - <i>владеет</i> навыком вести научную дискуссию 	Итоговая презентация по результату экспериментальной работы
М-ПК-4	М-ПК-4.1. Исследует физические и физико-химические свойства (оптические, магнитные, электрические, каталитические, термические и т. п.) известных и новых соединений и материалов с применением современного научного оборудования и программного обеспечения	<ul style="list-style-type: none"> - <i>знает</i> возможности люминесцентной спектроскопии для анализа свойств соединений и материалов; - <i>умеет</i> правильно организовать люминесцентный эксперимент; - <i>владеет</i> навыками получения информации из люминесцентного эксперимента. 	Зачет по теории Итоговая презентация по результату экспериментальной работы

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p><u>Общие условия получения дифференцированного зачета:</u></p> <p>1. Необходимым условием получения итоговой положительной оценки является наличие сданного (недифференцированного) зачета по теории.</p> <p>2. Оценка выставляется по результатам доклада на мини-конференции по итогам практических работ.</p>	
<p><u>Зачет по теории:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – наличие ответов на все вопросы с несущественными ошибками. – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность ответов (возможно наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явлений). – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок. 	<i>Зачет</i>
<p><u>Зачет по теории:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – полное незнание части материала – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргумен- 	<i>Незачет</i>

тированности в изложении материала – непонимание сути обсуждаемых вопросов	
<u>Доклад по результатам практической работы на итоговой конференции:</u> – понимание научной и методической сущности выполненной работы. – осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения. – точность ответов на вопросы.	<i>Отлично</i>
<u>Доклад по результатам практической работы на итоговой конференции:</u> – понимание научной и методической сущности выполненной работы. – осмысленность и структурированность в изложении материала при возможном наличии ошибок в логике, аргументации и объяснении отдельных процессов и явлений. – проблемы с ответами на ряд существенных вопросов.	<i>Хорошо</i>
<u>Доклад по результатам практической работы на итоговой конференции:</u> – непонимание существенных научных и методических аспектов выполненной работы. – проблемы с логикой и аргументацией в докладе. – низкий уровень понимания вопросов и ответов на них.	<i>Удовлетворительно</i>
<u>Доклад по результатам практической работы на итоговой конференции:</u> – невыполнение экспериментальной работы по причине недисциплинированности студента. – отсутствие доклада по результатам выполненной работы.	<i>Неудовлетворительно</i>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов теоретического зачета

1. Излучение в классической электродинамике. Дипольное излучение.
2. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна.
3. Излучение в квантовой механике.
4. Тепловое излучение и фотолюминесценция.
5. Фотолюминесценция. Диаграмма Яблонского. Флуоресценция, фосфоресценция, замедленная флуоресценция.
6. Спектры поглощения, испускания и возбуждения. Стоксов сдвиг. Правило Каша, исключения.
7. Кинетика люминесценции в растворах. Тушение люминесценции. Динамическое и статическое тушение. Уравнение Штерна-Фольмера.
8. Хемилюминесценция, биолюминесценция, триболюминесценция, сонолюминесценция.
9. Стационарная спектрофлуорометрия. Измерение квантовых выходов люминесценции.
10. Времяразрешенная люминесценция. Времякоррелированный счет фотонов.
11. Сверхбыстрая люминесценция: upconversion.
12. Механизмы и динамика тушения люминесценции. Ферстеровский резонансный перенос энергии.
13. Тушение люминесценции: фотоиндуцированный перенос электрона.

14. Кинетика тушения люминесценции в твердом теле.
15. Эффекты среды в растворах. Соотношение Липперта-Матаги.
16. Поляризация люминесценции.

Примерные темы практических работ:

1. Исследование фотопереключаемой люминесценции флуоресцентных диарилэтен в растворах и полимерных пленках.
2. Бинарные системы фотопереключаемой люминесценции (краситель + нелюминесцентный диарилэтен) в растворах и полимерных пленках.
3. Исследование фотодеградаций красителей в растворах и полимерных пленках.
4. Исследование свойств аддуктов MOF с фотопереключаемыми люминесцентными диарилэтенами.
5. Супрамолекулярные комплексы бисфенолов с циклодекстринами: люминесценция и фотодегградация.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Практическая люминесценция»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного