

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Есауленко Игорь Эдуардович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.10.2024 10:25:04  
Уникальный программный ключ:  
691eebef92031be66ef61648f97525a2e2da8356

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко  
Минздрава России

УТВЕРЖДАЮ  
Декан фармацевтического факультета  
Д.м.н доцент (Бережнова Т.А.)  
«17» июня 2022 г.

### Рабочая программа

по дисциплине «Флуоресцентные методы исследования в экспериментальной медицине»  
для специальности 33.05.01 «Фармация» (уровень специалитета)  
форма обучения очная  
факультет фармацевтический  
кафедра фармацевтической химии и фармацевтической технологии  
курс 2  
семестр 4

лекции	4	(часов)
Зачет	3	(часа, 4 семестр)

  

Практические занятия	36	(часов)
Самостоятельная работа	29	(часов)
Всего часов (ЗЕ)	72	(2)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 33.05.01 Фармация (уровень специалитета) (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации приказ от 27 марта 2018 г. № 219).

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии «27» мая 2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой (Рудакова Л.В.)

Рецензент (ы)

- профессор кафедры клинической лабораторной диагностики, д.х.н. Пономарева Н.И.
- профессор кафедры организации фармацевтического дела, клинической фармации и фармакогнозии, д.ф.н. Афанасьева Т.Г.

Программа одобрена на заседании ЦМК по координации преподавания специальности «Фармация» от 17 июня 2022 года, протокол № 6.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является приобретение теоретических знаний и практических навыков по физическим основам флуоресценции, флуоресцентным методам биомедицинской диагностики, люминесцентным характеристикам основных флуорофоров и хромофоров, входящих в состав биоткани, а также флуоресцентным маркерам, применяемых в медико-биологических исследованиях, что соответствует основным целям в части формирования у студентов способности адаптировать и применять общие методы решения к решению нестандартных практических задач; подготовки студентов к профессиональной деятельности на производстве или обучению в аспирантуре, а также получения углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности.

### **Задачи дисциплины:**

Задачи лекционного курса:

- освещение основных разделов программы, стимулирование студентов к систематической самостоятельной работе.

Задачи практических занятий:

- освоение способов и методик, используемых в флуоресцентных методах исследования;
- формирование умений и навыков для решения проблемных и ситуационных задач (профессиональных задач).
- приобретение теоретических знаний по флуоресцентным методам исследования в биологии, медицине и фармации

Формирование умений использовать современные:

- технические средства для решения практических задач;
- оптимальные методики микроскопического анализа веществ;
- источники научной, справочной литературы, ресурсы Интернета;
- перспективы развития новых технологий, используемых в медицине, фармации.

Приобретение умения:

- использовать современные флуоресцентные методы исследования в исследовательской работе
- проводить эксперименты, анализировать данные наблюдений и измерений;
- оформлять результаты, формулировать выводы по экспериментальным и теоретическим работам.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВПО

Дисциплина «Флуоресцентные методы исследования в экспериментальной медицине» изучается в 4 семестре, относится к элективным дисциплинам образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности «Фармация».

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Физика и математика. Основные понятия оптики. Устройство и принципы работы оптических приборов. Правила работы на приборах.

Знания, сформированные при изучении данной дисциплины, необходимы для усвоения фармацевтической химии, токсикологической химии и других профессиональных дисциплин.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### 1. Знать:

физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры.

**2. Уметь:**

проводить флуоресцентные исследования: выбрать источник возбуждения, подобрать светофильтры и приемник излучения; оценить достоверность получаемых экспериментальных данных; представить результаты эксперимента в форме, соответствующей области применения (анализ физических процессов, либо медико-биологические и диагностические приложения).

**3. Владеть/быть в состоянии продемонстрировать**

Владеть навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере.

Результаты образования	Краткое содержание и характеристика (обязательного) порогового уровня сформированности компетенций	Номер компетенции
<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические основы флуоресценции,</li> <li>- люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров,</li> <li>- используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить флуоресцентные исследования: выбрать источник возбуждения, подобрать светофильтры и приемник излучения;</li> <li>- оценить достоверность получаемых экспериментальных данных;</li> <li>- представить результаты эксперимента в форме, соответствующей области применения (анализ физических процессов, либо медико-биологические и диагностические приложения).</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений,</li> <li>- навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений,</li> <li>- навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере.</li> </ul>	<p>Способен принимать участие в разработке и исследованиях биологических лекарственных средств</p> <p>Использует современные методы анализа для разработки методик контроля качества данных лекарственных средств</p>	<p>ПКР-16</p> <p>ИД ПКР-16 - 2</p>

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**4.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 ч.**

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающегося и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточ. аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практич. занятия	Самост. работа	
1	Физические основы процессов флуоресценции. Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений.	4	1-11 неделя	2	22	19	1-11 нед. ТК
2	Флуоресцентные метки и зонды Использование флуоресценции в диагностических целях. Хемилюминесценция в биологических системах	4	12-18 неделя	2	14	10	12-18 нед. ТК

#### 4.2 Тематический план лекций

№	Тема	Цели и задачи	Содержание темы	Часы
				4 сем
1.	Физические основы процессов флуоресценции	<b>Цель.</b> Усвоить физические основы процессов флуоресценции <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы теоретических знаний по флуоресцентной спектроскопии	Люминесценция и ее основные закономерности Определение люминесценции и классификация люминесценции. Спектры возбуждения, поглощения и люминесценции. Зависимость интенсивности люминесценции от концентрации. Спектральные закономерности молекулярной люминесценции: независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждающего света; закон Стокса – Ломмеля; правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции – правило Левшина; универсальное соотношение между спектрами поглощения и люминесценции Степанова. Выход люминесценции. Закон Вавилова. Понятие	2

			<p>антистоксовой флуоресценции. Поляризованная флуоресценция. Поляризация люминесценции и ее свойства. Законы затухания люминесценции Длительность люминесценции. Кинетика затухания анизотропии излучения. Длительные процессы свечения Условие возникновения фосфоресценции.</p> <p>Тушение люминесценции Классификация тушения люминесценции. Динамическое и статистическое тушение люминесценции. Тушение посторонними примесями. Температурное тушение. Перенос энергии электронного возбуждения. Концентрационное тушение люминесценции.</p>	
2.	Флуоресцентные метки и зонды	<p><b>Цель.</b> Ознакомить с существующими флуоресцентными метками и зондами. <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы теоретических знаний по их использованию для анализа</p>	<p>Метки на нуклеиновые кислоты и белки Метки на нуклеиновые кислоты. Метки и зонды на белки: флуоресцеин, родамин, ртуть содержащие производные флуоресцеина, дансилхлорид, 1-анилино-8- нафталинсульфоновая кислота. Зонды на липиды. Зонды для изучения внутриклеточного pH и транспорта кальция Зонды на липиды: 3,4-бензпирен, 1,6-дифенил-1,3,5-гексатриен, перилен, Nфенил-1-нафтилаламин. Определение микровязкости мембран. Эффективность переноса энергии. Оценка ассоциации молекул. Зонды для изучения внутриклеточного pH и транспорта кальция</p>	1
3.	Использование флуоресценции в диагностических целях. Хемилюминесценция в биологических системах	<p><b>Цель.</b> Ознакомить с возможностями использования флуоресценции в диагностических целях <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы теоретических знаний в области хемилюминесценция в биологических системах</p>	<p>Автофлуоресценция биотканей в диагностике онкологических заболеваний. Зондовая флуоресценция тканей в диагностике онкологических заболеваний. Люминесценция биологических жидкостей. Использование люминесценции для диагностики заболеваний печени и суставов. Понятие хемилюминесценции. Молекулярные механизмы образования возбужденных молекул при хемилюминесценции. Механизм хемилюминесцентных реакций. Хемилюминесценция с образованием активных форм кислорода. Применение хемилюминесценции для изучения биологических объектов.</p>	1
	<b>Всего:</b>			<b>4</b>

#### 4.3 Тематический план практических занятий.

№	Тема	Цели и задачи	Содержание темы	Обучающийся должен знать	Обучающийся должен уметь	Часы
1	Люминесценция и ее основные закономерности	<b>Цель.</b> Ознакомить студентов с практикой флуоресцентной спектроскопии в	Место спектрально-оптических измерений в диагностике биологических систем.	Классификацию методов люминесценции	Разбираться в возможных вариантах и	2

	ности, классификация люминесценции. Спектры возбуждения, поглощения и люминесценции.	исследования биологических объектов.. <b>Задача.</b> Дать представление о возможностях и преимуществах флуоресцентной спектроскопии.	Понятие неинвазивных и минимально инвазивных методов исследования (диагностики живой системы). Преимущества и возможности флуоресцентной спектроскопии. Спектр поглощения люминесценции	нции. Спектры возбуждения, поглощения и люминесценции.	преимуществ в флуоресцентной спектроскопии.	
2	Физические основы процессов флуоресценции	<b>Цель.</b> Ознакомить студентов с физическими основами люминесценции. <b>Задача.</b> Дать представление о законах люминесценции.	Зависимость интенсивности люминесценции от концентрации. Независимость спектра люминесценции от длины волны возбуждающего света. Выход люминесценции. Закон Вавилова. Практическая работа. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЛИННОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ КЛАССА ВИТАМИНОВ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	Физические основы люминесценции и ее основные закономерности: зависимость интенсивности люминесценции от концентрации. Закон вавилова	Проводить определение подлинности ЛВ из класса витамин в флуориметрическим методом	2
3	Характеристики флуоресцентной эмиссии	<b>Цель.</b> Ознакомить студентов с характеристиками флуоресцентной эмиссии. <b>Задача.</b> Дать представление о поляризованной флуоресценции.	Понятие антистоксовой флуоресценции. Поляризованная флуоресценция. Практическая работа. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЛИННОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	Теоретические основы получения результатов флуоресцентных измерений	Проводить определение подлинности ЛВ флуориметрическим	2
4	Характеристики флуоресцентной эмиссии (продолжение)	<b>Цель.</b> Ознакомить студентов с характеристиками флуоресцентной эмиссии. <b>Задача.</b> Дать представление о длительности процессов свечения, условий возникновения фосфоресценции.	Длительность люминесценции. Длительные процессы свечения возникновения фосфоресценции. Практическая работа. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЛИННОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ (продолжение)	Теоретические основы получения результатов флуоресцентных измерений	Проводить определение подлинности ЛВ флуориметрическим	2
5	Характеристики	<b>Цель.</b> Ознакомить студентов с	Тушение люминесценции. Тушение	Теоретические основы	Проводить	2

	флуоресцентной эмиссии (продолжение)	характеристиками флуоресцентной эмиссии. <b>Задача.</b> Дать представление о законах тушения флуоресценции.	посторонними примесями. Температурное тушение. Концентрационное тушение люминесценции. Практическая работа. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТУШЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ	получения результатов в флуоресцентных измерениях	определенное тушения люминесценции ЛВ	
6	Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений	<b>Цель.</b> Изучить принципы работы оборудования. <b>Задача.</b> Дать представление о принципах работы и основных методах исследования, используемых для изучения биологических объектов.	Аппаратура для исследования стационарной люминесценции Основные элементы установок для проведения флуоресцентных исследований. Источники возбуждения люминесценции. Практическая работа. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТУШЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ РИБОФЛАВИНА НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ	Принципиальная схема люминесцентного спектрометра	Работать на люминесцентным спектрометре	2
7	Решение расчетных задач по теоретическим основам люминесценции	<b>Цель.</b> Рассмотреть количественный люминесцентный анализ. <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы теоретических знаний по количественному люминесцентному анализу	Решение расчетных задач по теоретическим количественному люминесцентному анализу	Расчетные формулы для количественного люминесцентного анализа	Решать задачи по количественному люминесцентному анализу	2
8	Рейтинговая работа №1	Выявить и оценить знания студентов по пройденным темам	Физические основы процессов флуоресценции и использование их в медицине	Законы флуоресценции и схему работы оборудования	Применять имеющиеся знания для идентификации ЛС	2
9-10	Классификация флюорофоров. Флуоресценция лекарственных средств в различных растворителях	<b>Цель.</b> Изучить классификацию флюорофоров. <b>Задача.</b> Дать представление о флуоресценции в различных растворителях.	Классификация флюорофоров. Флуоресценция лекарственных средств в различных растворителях. Практическая работа. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТУШЕНИЯ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ РИБОФЛАВИНА НУКЛЕОФИЛЬНЫМИ РЕАГЕНТАМИ	Механизм флуоресценции в различных растворителях.	Идентифицировать лекарственные средства по спектрам флуоресценции	4



	лях					
11	Идентификация лекарственных средств при совместном присутствии	<b>Цель.</b> Ознакомить с возможностями флуоресценции в диагностических целях. <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы знаний по хемилюминесценции в биологических системах	Понятие хемилюминесценции. Молекулярные механизмы образования возбужденных молекул при хемилюминесценции. Механизм хемилюминесцентных реакций. Хемилюминесценция с образованием активных форм кислорода.	Возможности использования флуоресценции в диагностических целях	Использовать методы флуоресцентного исследования для анализа биологических систем	2
12	Определение количества лекарственных средств флуориметрическим методом	<b>Цель.</b> Ознакомить с возможностями флуоресценции для количественного определения ЛС. <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы знаний по хемилюминесценции в биологических системах	Флуоресценция нуклеиновых кислот и белков Спектры поглощения нуклеиновых оснований. Флуоресценция нуклеиновых кислот.	Возможности использования флуоресценции в диагностических целях	Использовать методы флуоресцентного исследования для анализа биологических систем	2
13	Автофлуоресценция эндогенных флуорофоров клеток и тканей	<b>Цель.</b> Ознакомиться с используемыми для анализа метками и зондами <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы знаний по применению флуоресцентных меток и зондов для анализа фармацевтических и биологических объектов.	Автофлуоресценция биотканей в диагностике онкологических заболеваний. Зондовая флуоресценция тканей в диагностике онкологических заболеваний. Люминесценция биологических жидкостей.	Метки на нуклеиновые кислоты и белки, зонды на липиды.	Выбирать подходящий метод и способ анализа с учетом существующих меток и зондов	2
14	Флуоресцентные метки и зонды	<b>Цель.</b> Ознакомиться с используемыми метками на нуклеиновые кислоты <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы знаний по применению флуоресцентных меток и зондов для анализа фармацевтических и биологических объектов.	Метки на нуклеиновые кислоты и белки. Метки на нуклеиновые кислоты: аминокислоты, акридина, этидийбромид. Метки и зонды на белки: флуоресцеин, родамин, ртуть содержащие производные флуоресцеина, дансилхлорид, 1-анилино-8-нафталинсульфо-новая кислота.	Метки на нуклеиновые кислоты и белки	Использование меток в диагностике	2
15	Использование флуоресценции в диагностических	<b>Цель.</b> Ознакомить студентов с возможностями флуоресценции в диагностических целях. <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы	Возможности спектрально-оптических измерений в диагностике состояния биологических систем. Понятие неинвазивных и минимально инвазивных методов исследования	Основные эндогенные флуорофору клеток и тканей	Анализировать спектры флуоресценции основных эндогенных	2

	целях. Хемиллюминесценция в биологических системах	знаний по применению хемиллюминесценции в биологических системах	(диагностики живой системы).		ых флуорофоров клеток и тканей	
16	Флуоресценция нуклеиновых кислот и белков Спектры поглощения нуклеиновых оснований. Флуоресценция нуклеиновых кислот.	<b>Цель.</b> Ознакомиться с люминесценцией белков и НК <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы знаний по флуоресценции НК	Люминесценция белков при комнатной температуре и при низкой температуре.	Основные эндогенные флуорофоры клеток и тканей	Анализировать спектры флуоресценции основных эндогенных флуорофоров клеток и тканей	2
17	Флуоресценция коферментов и витаминов Флуоресценция пиридиннуклеотидов и флавинов.	<b>Цель.</b> Ознакомиться с люминесценцией коферментов и витаминов <b>Задача.</b> Способствовать формированию системы знаний по флуоресценции коферментов и витаминов	Флуоресценция коферментов и витаминов Флуоресценция пиридиннуклеотидов и флавинов. Флуоресценция витаминов А, В1, В6, Е и фолиевой кислоты.	Основные эндогенные флуорофоры клеток и тканей	Анализировать спектры флуоресценции основных эндогенных флуорофоров клеток и тканей	2
18	Рейтинговое занятие 2.	Выявить и оценить знания студентов по пройденным темам	Основные законы флуоресценции. Метки на нуклеиновые кислоты и белки. Зондовая флуоресценция тканей в диагностике онкологических заболеваний. Люминесценция биологических жидкостей. Люминесценция белков.	Использование флуоресценции в диагностических целях. Хемиллюминесценция в биологических системах	Применять имеющиеся знания в диагностических целях	2

#### 4.4. Тематика самостоятельной работы обучающихся.

Тема	Внеаудиторная самостоятельная работа			Часы
	Форма	Цель и задачи	Метод. обеспечение	
Физические основы процессов в флуоресценции. Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений.	Изучение литературных источников информации, в том числе, используя компьютерные ресурсы	подготовка к ПЗ, подготовка к ВК, подготовка ТК, подготовка к ПК	1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том I. <a href="http://femb.ru/femb/pharmacopea.php">http://femb.ru/femb/pharmacopea.php</a> 2. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том II. <a href="http://femb.ru/femb/pharmacopea.php">http://femb.ru/femb/pharmacopea.php</a> 3. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том III. <a href="http://femb.ru/femb/pharmacopea.php">http://femb.ru/femb/pharmacopea.php</a> 4. Беликов В. Г. Фармацевтическая химия : учебное пособие / В. Г. Беликов. - 4-е. - М. : МЕДпресс-информ, 2016. - 616 с. - ISBN 9785000300183. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.books-up.ru/ru/book/farmaceuticheskaya-himiya-196178/">https://www.books-up.ru/ru/book/farmaceuticheskaya-himiya-196178/</a> (дата обращения: 17.05.2022). 5. Фармацевтическая химия : учебник / под ред. Т. В. Плетеновой - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 816 с. - ISBN 978-5-9704-4014-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440148.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440148.html</a> (дата обращения: 17.05.2022).	19
Флуоресцирующие метки и зонды. Использование флуоресценции в диагностических целях. Хемилюминесценция в биологических системах	Изучение литературных источников информации, в том числе, используя компьютерные ресурсы	подготовка к ПЗ, подготовка к ВК, подготовка ТК, подготовка к ПК	1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том I. <a href="http://femb.ru/femb/pharmacopea.php">http://femb.ru/femb/pharmacopea.php</a> 2. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том II. <a href="http://femb.ru/femb/pharmacopea.php">http://femb.ru/femb/pharmacopea.php</a> 3. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том III. <a href="http://femb.ru/femb/pharmacopea.php">http://femb.ru/femb/pharmacopea.php</a> 4. Беликов В. Г. Фармацевтическая химия : учебное пособие / В. Г. Беликов. - 4-е. - М. : МЕДпресс-информ, 2016. - 616 с. - ISBN 9785000300183. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.books-up.ru/ru/book/farmaceuticheskaya-himiya-196178/">https://www.books-up.ru/ru/book/farmaceuticheskaya-himiya-196178/</a> (дата обращения: 17.05.2022). 5. Фармацевтическая химия : учебник / под ред. Т. В. Плетеновой - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 816 с. - ISBN 978-5-9704-4014-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440148.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440148.html</a> (дата обращения: 17.05.2022).	10

#### 4.5 Матрица соотнесения тем/ разделов учебной дисциплины и формируемых в них компетенций

Темы/разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции
Физические основы процессов флуоресценции. Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений.	43	ПКР-16 ИД ПКР-16 -2
Флуоресцентные метки и зонды. Использование флуоресценции в диагностических целях. Хемилюминесценция в биологических системах	26	
ИТОГО	69+2 (контроль)	

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Обучение складывается из аудиторных занятий (40 часа), включающих лекционный курс и практические занятия, и самостоятельной работы (29 часов). Основное аудиторное учебное время выделяется на практическую работу по усвоению теоретических знаний, приобретению практических навыков и умений.

При изучении учебной дисциплины необходимо использовать весь ресурс основной и дополнительной учебной литературы, лекционного материала, наглядных пособий и демонстрационных материалов, лабораторного оборудования и освоить практические навыки и умения, приобретаемые в ходе выполнения практических работ и решения ситуационных задач.

Практические занятия проводятся в виде проведения опросов по пройденному материалу, решения тестовых заданий, обучающих и ситуационных задач.

В соответствии с требованиями ФГОС-3++ ВПО в учебном процессе широко используются активные и интерактивные формы проведения занятий (*развивающее и проблемное обучение в форме ролевых игр, объяснительно-иллюстративное обучение с визуализацией аудиторных занятий, программированное обучение, модульное обучение, информатизационное обучение, мультимедийное обучение*). Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20,0 % от аудиторных занятий.

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку к практическим занятиям, к текущим и промежуточным контролям и включает индивидуальную аудиторную и домашнюю работу с наглядными материалами, учебной основной и дополнительной литературой, ресурсами сети Интернет, решение ситуационных задач.

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы и выполняется в пределах часов, отводимых на изучение дисциплины (в разделе СРС).

Каждый обучающийся должен быть обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры.

По разделам учебной дисциплины разработаны методические рекомендации для студентов и методические указания для преподавателей, которые находятся в электронной базе кафедры. В конце изучения учебной дисциплины проводится промежуточный контроль знаний с решением ситуационных задач и тестированием.

#### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

№	МС	Виды	Наименование раздела	Оценочные средства
---	----	------	----------------------	--------------------

п/п		контроля	учебной дисциплины	Форма	Кол-во вопросов в задании	Кол-во независим вариантов
1.	4	ВК, ТК	Физические основы процессов флуоресценции. Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений	собеседование, тест, решение ситуационных задач	10 3	3
2.	4	ВК, ТК	Флуоресцентные метки и зонды. Использование флуоресценции в диагностических целях. Хемилюминесценция в биологических системах	собеседование, тест	50	3

### Примеры оценочных средств:

<b>Тести-рование</b>	<p>1) <i>Группа оптических методов анализа, основанных на явлении люминесценции, называется:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. атомно-эмиссионная спектроскопия;</li> <li>2. люминесцентная спектроскопия;</li> <li>3. молекулярно-абсорбционная спектроскопия;</li> <li>4. спектрофотометрия.</li> </ol> <p><i>Ответ: 2</i> - Люминесцентной спектроскопией называют группу эмиссионных спектроскопических методов анализа, основанных на явлении люминесценции. Люминесценцией (в переводе с лат. - «слабое свечение») называется свечение вещества, возникающее при его возбуждении различными источниками энергии. Обычно температура люминесцирующего тела не отличается от температуры окружающей среды, поэтому люминесценцию иногда называют холодным светом.</p> <p>2) <i>По длительности свечения различают следующие виды люминесценции:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. флуоресценция;</li> <li>2. фосфоресценция;</li> <li>3. хемилюминесценция;</li> <li>4. катодолюминесценция.</li> </ol> <p><i>Ответ: 1,2</i> – В зависимости от длительности свечения различают флуоресценцию (свечение прекращается после удаления источника возбуждения) и фосфоресценцию – длительное свечение, т.е. свечение продолжается после удаления источника излучения. Флуоресценция и фосфоресценция – это разновидности фотолюминесценции, т.е. флуоресценция – это фотолюминесценция с коротким послесвечением (<math>&lt;10^{-8}</math> с), а фосфоресценция – фотолюминесценция с длительным послесвечением (<math>&gt;10^{-8}</math> с).</p> <p>3) <i>К безызлучательной потере части поглощенной энергии возбужденной молекулы относят следующие переходы:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. флуоресценция;</li> <li>2. внутренняя конверсия;</li> <li>3. интеркомбинационная конверсия;</li> <li>4. фосфоресценция.</li> </ol> <p><i>Ответ: 2,3</i> - Когда молекула поглощает свет, она за очень короткое время (<math>\sim 10^{-15}</math> с)</p>
----------------------	--

переходит на какой-то колебательный и вращательный уровень одного из возбуждённых синглетных состояний (обычно  $S_1$  или  $S_2$ ). Далее с возбуждённой молекулой могут происходить 2 типа процессов: безызлучательные и излучательные. Безызлучательный переход между состояниями, имеющими одинаковую энергию и одинаковую мультиплетность, называется внутренней конверсией. Безызлучательный переход между состояниями, имеющими одинаковую энергию, но разную мультиплетность называется интеркомбинационной конверсией.

4). *Излучательный переход между состояниями, имеющими одинаковую мультиплетность, называется:*

1. флуоресценция;
2. внутренняя конверсия;
3. интеркомбинационная конверсия;
4. фосфоресценция.

*Ответ: 1* - Флуоресценция - излучательный переход между состояниями, имеющими одинаковую мультиплетность. Время такого перехода порядка  $10^{-9}$  -  $10^{-6}$  с. Флуоресценция сложных органических молекул обусловлена обычно переходом с нулевого колебательного уровня возбуждённого состояния  $S_1$  на какой-то из колебательных уровней  $S_0$ . Наиболее интенсивная флуоресценция обнаружена у ароматических соединений с низкоэнергетическими  $\pi \rightarrow \pi^*$ -переходами (сопряженные хромофоры).

5). *Переход из возбужденного состояния молекулы в невозбужденное, сопровождающийся излучением энергии, имеющий самую большую длительность во времени называется:*

1. флуоресценция;
2. колебательная релаксация;
3. внутренняя конверсия;
4. фосфоресценция.

*Ответ: 4* - Фосфоресценция - излучательный переход между состояниями, имеющими разную мультиплетность. Обычно фосфоресценции соответствует переход  $T_1 \rightarrow S_0$ . Излучательный переход, обуславливающий фосфоресценцию, имеет  $\sim 10^6$  раз меньшую вероятность, чем переход, определяющий флуоресценцию, поэтому фосфоресценция имеет гораздо большую длительность (в среднем  $10^{-3}$  -  $10$  с), чем флуоресценция ( $10^{-9}$  -  $10^{-6}$  с).

6) *Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции:*

1. концентрация вещества;
2. температура;
3. pH раствора;
4. нет верного ответа.

*Ответ: 1,2,3* – На интенсивность флуоресценции влияют различные факторы: природа и концентрация вещества, температура, pH раствора, длины волны возбуждающего света и др. В области  $10^{-7}$  –  $10^{-3}$  моль/л обычно наблюдается прямолинейная зависимость интенсивности флуоресценции, затем в некоторой области концентраций интенсивность флуоресценции постоянна, а затем падает (концентрационное тушение). Флуоресцентный анализ проводят при комнатной температуре или при низких температурах, так как с понижением температуры интенсивность флуоресценции повышается. В зависимости от pH раствора одни и те же вещества могут флуоресцировать и не флуоресцировать. Например, эозиновые красители флуоресцируют в нейтральных и щелочных средах, и не флуоресцируют в кислых

растворах. Родаминовые красители флуоресцируют в кислых растворах.

7) С понижением температуры интенсивность флуоресценции:

1. повышается;
2. понижается;
3. остается неизменной;
4. нет верного ответа.

*Ответ: 1* – Флуоресцентный анализ проводят при комнатной или пониженной температурах. С повышением температуры уменьшается вероятность безызлучательных переходов в молекуле, структура молекул становится более жесткой. У некоторых нефлуоресцирующих при комнатной температуре соединений наблюдается сильная флуоресценция при замораживании. Например, малахитовый зеленый, галогениды свинца, таллия и др.

8). При увеличении концентрации флуоресцирующего вещества в растворе интенсивность флуоресценции:

1. повышается;
2. понижается;
3. остается неизменной;
4. сначала понижается, а затем повышается.

*Ответ: 1* - При увеличении концентрации флуоресцирующего вещества в растворе интенсивность флуоресценции, как правило, повышается. Однако, в области высоких концентраций ( $>10^{-2} - 10^{-1}$  моль/л) интенсивность флуоресценции с повышением концентрации падает (концентрационное тушение).

9). Закон Стокса-Ломмеля описывает:

1. независимость спектра флуоресценции от длины волны возбуждающего света;
2. смещение спектра флуоресценции в более длинноволновую область по сравнению со спектром поглощения;
3. зеркальную симметрию спектров испускания и поглощения;
4. зависимость формы спектра флуоресценции от длины волны возбуждающего света.

*Ответ: 2* - Закон Стокса-Ломмеля гласит: «Спектр флуоресценции в целом и его максимум всегда сдвинуты в область больших длин волн (меньших частот) по сравнению со спектром поглощения и его максимумом». Этот закон является, по существу, законом сохранения энергии применительно к процессам люминесценции. Смещение спектра флуоресценции в область больших длин волн можно объяснить тем, что часть поглощённой молекулой энергии теряется за счёт колебательной релаксации при столкновении с другими молекулами, кроме того, растворитель стабилизирует возбуждённое состояние и уменьшает его энергию.

10) Спектр флуоресценции по отношению к спектру поглощения всегда смещен:

1. в сторону длинных волн;
2. в сторону коротких волн;
3. на 100 нм в сторону более длинных волн;
4. смещения нет.

*Ответ: 1* – Энергия квантов излучаемого света всегда меньше энергии квантов поглощаемого света. Поэтому спектр флуоресценции всегда сдвинут в сторону более

длинных волн. Разница между максимумами спектров флуоресценции и поглощения (Стоксово смещение) зависит от химической природы флуоресцирующего соединения.

11) Спектры поглощения и флуоресценции, изображенные в функции частот, зеркально симметричны относительно:

1. оси ординат;
2. оси абсцисс;
3. прямой, проходящей через точку их пересечения;
4. нет верного ответа.

Ответ: 3 – В соответствии с правилом Левшина спектры поглощения и флуоресценции, изображенные в функции частот, зеркально симметричны относительно прямой, проходящей через точку их пересечения.

12) Математическое выражение, характеризующее энергетический выход флуоресценции, имеет вид:

1.  $\frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{п}}}$ ;
2.  $\frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{н}}}$ ;
3.  $E_{\text{п}} - E_{\text{н}}$ ;
4.  $E_{\text{н}} - E_{\text{п}}$ .

Ответ: 1- Энергетический выход (Вэн) - отношение энергии излучаемого света к энергии поглощаемого:

$$V_{\text{эн}} = \frac{E_{\text{н}}}{E_{\text{п}}}$$

13) В условиях проведения флуоресцентного анализа исследуемый раствор должен быть:

1. сильно разбавленным ( $C < 10^{-4}$  моль/л);
2. концентрированным ( $C > 10^{-4}$  моль/л);
3. насыщен кислородом;
4. нагретым.

Ответ: 1 – Анализируемый раствор должен быть сильно разбавленным, а его концентрация не должна превышать  $10^{-4}$  моль/л. При увеличении концентрации флуоресцирующего вещества в разбавленных растворах интенсивность флуоресценции вначале растет пропорционально концентрации, а затем резко падает; уменьшается квантовый выход. Уменьшение интенсивности люминесценции при увеличении концентрации раствора называется концентрационным тушением люминесценции. Пороговая концентрация ограничивает верхний предел диапазона определяемых концентраций. Концентрационное тушение флуоресценции можно объяснить тем, что при увеличении концентрации растворенного флуоресцирующего вещества возрастает число столкновений частиц и, как следствие, повышается вероятность безызлучательной потери энергии возбужденными частицами. Присутствие растворенного кислорода также сильно способствует тушению флуоресценции. Температура при проведении флуориметрических определений должна быть постоянной. При повышении температуры наблюдается температурное тушение флуоресценции.

14) Детектирующим устройством флуориметра является:

1. фотоэлемент;



2. фотоумножитель;
3. фотопластинка;
4. нет верного ответа.

*Ответ:* 2 - При измерении флуоресценции имеют дело со слабым излучением, поэтому в качестве детектора используют не фотоэлементы, как в спектрофотометрии, а фотоумножители.

15) *Исследуемый раствор хинина имеет интенсивность флуоресценции 100 единиц, а стандартный раствор его (1,0 мкг/мл) - 50 единиц. Концентрация хинина в исследуемом растворе равна:*

1. 1,0 мкг/мл;
2. 2,0 мкг/мл;
3. 4,0 мкг/мл;
4. 5,0 мкг/мл.

*Ответ:* 2 - Для определения концентрации хинина использован метод одного стандартного раствора. Расчёт концентрации исследуемого раствора можно провести следующим образом:

$$\frac{I_x}{I_{ст}} = \frac{c_x}{c_{ст}} \Rightarrow c_x = \frac{I_x \cdot c_{ст}}{I_{ст}} = \frac{100 \cdot 1,0 \text{ мкг/мл}}{50} = 2,0 \text{ мкг/мл}$$

16) *Различают следующие виды флуоресцентного анализа:*

1. прямой;
2. обратный;
3. косвенный;
4. заместителя.

*Ответ:* 1,3 – Определение концентрации вещества в растворе по зависимости интенсивности флуоресценции раствора от количества вещества относится к прямому флуориметрическому анализу. Так определяют количество хинина, витамина В1. Количество цинка в растворе можно определить по гашению флуоресценции раствора родамина С. Расчет количества вещества 140 проводят по градуировочному графику или по стандартному раствору. В косвенном флуоресцентном анализе используют флуоресцентные индикаторы. Например, в кислотно-основном титровании применяют люминол, который имеет синюю флуоресценцию при pH>7.

17) *Флуоресцентный анализ используется на практике для:*

1. обнаружения веществ;
2. количественного определения веществ;
3. разделения веществ;
4. пробоподготовки.

*Ответ:* 1, 2 - Флуоресцентный анализ используют для обнаружения и количественного определения веществ. В качественном анализе чаще всего используется способность вещества флуоресцировать тем или иным цветом. В количественном анализе (флуориметрия) используют зависимость интенсивности флуоресценции от концентрации флуоресцирующего вещества либо зависимость уменьшения интенсивности флуоресценции от концентрации вещества (тушителя), концентрацию которого необходимо определить.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Список литературы:**

1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том I. <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения: 17.05.2022).
2. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том II. <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения: 17.05.2022).
3. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания.- Москва 2018 г., том III. <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения: 17.05.2022).
4. Беликов В. Г. Фармацевтическая химия : учебное пособие / В. Г. Беликов. - 4-е. - М. : МЕДпресс-информ, 2016. - 616 с. - ISBN 9785000300183. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <https://www.books-up.ru/ru/book/farmaceuticheskaya-himiya-196178/> (дата обращения: 17.05.2022).
5. Фармацевтическая химия : учебник / под ред. Т. В. Плетеневой - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 816 с. - ISBN 978-5-9704-4014-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440148.html> (дата обращения: 17.05.2022).

### **Программное обеспечение и Интернет- ресурсы:**

#### 1. Операционные системы:

- Windows 7
- Windows XP Home Edition

#### 2. Офисные продукты:

- Microsoft Office 2007
- Microsoft Office 2010

#### 3. Прикладные программы:

- КонсультантПлюс

Все указанные программы лицензионны, о чем свидетельствуют соответствующие сертификаты.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компьютерная техника. Компьютерный класс на 15 рабочих мест используется для проведения текущего, рубежного тестирования, знакомства с нормативной документацией.

Учебные лаборатории укомплектованы лабораторной мебелью, весо-измерительными приборами, электрохимическим оборудованием, лабораторной техникой и посудой, приборами для анализа лекарственных средств, наглядными пособиями, таблицами, плакатами.

Лекционный зал укомплектован экраном, мультимедийной доской, проектором и т.д.