

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Биологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ**

Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета

Образовательная программа

06.03.01 Биология

Профиль подготовки

Биохимия

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Статус дисциплины: вариативная, по выбору

Махачкала, 2017

Рабочая программа дисциплины «Флуоресцентные методы исследования в биологии» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень бакалавриат) от «07» августа 2017г. № 944.

Разработчик(и):

кафедра биохимии и биофизики, Абдуллаев Вагаб Рафикович, к.б.н., доцент

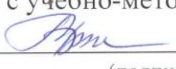
Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» 03 2017г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Халилов Р.А.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «28» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель  Гаджиева И.Х.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «30» марта 2017г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Флуоресцентные методы исследования в биологии» входит в вариативную часть дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными методами анализа, принципами классификации, особенностями исследования биохимических и биофизических параметров биологических структур.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-5 и ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- мestr	Учебные занятия						СРС, в том числе зачет	Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, диф- ференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
		Лек- ции	Лаборатор- ные заня- тия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации		
7	72	18	20			34	зачет	

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Флуоресцентные методы исследования в биологии» 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

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Флуоресцентные методы исследования в биологии» относится к вариативной части дисциплин образовательной программы бакалавриата, дисциплин по выбору направление 06.03.01 Биология. Форма итоговой аттестации — зачет.

Для освоения курса необходима должная общебиологическая и физико-математическая подготовка.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ОПК-5</b>	Способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	<b>Знать:</b> физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры. <b>Уметь:</b> 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). <b>Владеть:</b> навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий

		проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере.
<b>ПК-1</b>	Способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно – исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	<b>Знать:</b> Принципы и технику работы на различных типах лабораторного оборудования. <b>Уметь:</b> правильно снимать показания, вести протокол или рассчитывать результаты <b>Владеть:</b> основами работы на исследовательской аппаратуре

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1.								
1	Развитие спектроскопических методы исследования. Основы спектрофотометрии	7		2		–	–	6	Устный и письменный опрос, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время.
2	Возможности и преимущества флуоресцентной спектроскопии в исследовании биологических объектов. Физические основы процессов флуоресценции	7		4		4	–	6	Кейс-метод. Деловая игра. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы
3	Автофлуоресценция эндогенных флуорофоров клеток и тканей	7		2		4	–	8	

									опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
	<b>Итого по модулю 1:</b>			<b>8</b>		<b>8</b>		<b>20</b>	
	Модуль 2.								
1	Флуоресцентные метки и зонды	7		4		4	–	4	Устный и письменный опрос, составление рефератов и докладов, работа на компьютере во внеучебное время. Кейс-метод. Деловая игра. Формы промежуточной аттестации: коллоквиумы, выполнение контрольных заданий, составление рефератов (ЭССЕ), интерактивные формы опроса, деловая игра. Метод – Дельфи.
2	Использование флуоресценции в диагностических целях	7		2		2	–	4	
3	Основы тушения флуоресценции	7		2		4	–	4	
4	Хемилюминесценция в биологических системах	7		2		2	–	2	
	<b>Итого по модулю 2:</b>			<b>10</b>		<b>12</b>		<b>14</b>	
	<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>		<b>20</b>		<b>34</b>	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### Модуль 1.

#### **Тема 1. Развитие спектроскопических методы исследования. Основы спектрофотометрии**

Общая характеристика и классификация методов. Электромагнитное излучение, природа электромагнитного излучения. Взаимодействие излучения с веществом. Поглощение, испускание, рассеяние. Основные законы светопоглощения и испускания. Светорассеяние. Физические и химические свойства молекул и веществ. Происхождение молекулярных спектров. Наблюдение и регистрация спектроскопических сигналов.

#### **Тема 2 Возможности и преимущества флуоресцентной спектроскопии в исследовании биологических объектов. Физические основы процессов флуоресценции**

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 антистоксовой флуоресценции.

### **Тема 3. Автофлуоресценция эндогенных флуорофоров клеток и тканей**

Флуоресценция нуклеиновых кислот и белков

Спектры поглощения нуклеиновых оснований. Флуоресценция нуклеиновых кислот. Люминесценция белков при комнатной температуре и при низкой температуре.

Флуоресценция коферментов и витаминов

Флуоресценция пиридиннуклеотидов и флавинов. Флуоресценция витаминов А, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, Е и фолиевой кислоты.

Флуоресценция продуктов окисления и пигментов

Флуоресценция продуктов окисления белков и липидов. Флуоресценция билирубина и порфиринов.

## **Модуль 2.**

### **Тема 4. Флуоресцентные метки и зонды**

Метки на нуклеиновые кислоты и белки

Метки на нуклеиновые кислоты: аминопроизводные акридина, этидийбромид. Метки и зонды на белки: флуоресцеин, родамин, ртуть содержащие производные флуоресцеина, дансилхлорид, 1-нилино-8-нафтаилнсульфоновая кислота, 2-п-толуидиннафталин-6-сульфоновая кислота и их производные.

Зонды на липиды. Зонды для изучения внутриклеточного рН и транспорта кальция

Зонды на липиды: 3,4-бензпирен, 1,6-дифенил-1,3,5-гексатриен, перилен, 12-стеарат, 2-пальмитат, N-фенил-1-нафтаиламин. Определение микровязкости мембран. Эффективность переноса энергии. Оценка ассоциации молекул. Зонды для изучения внутриклеточного рН и транспорта кальция

### **Тема 5. Использование флуоресценции в диагностических целях**

Автофлуоресценция биотканей в диагностике онкологических заболеваний, ишемических повреждений, процессов старения. Зондовая флуоресценция тканей в диагностике онкологических заболеваний. Люминесценция биологических жидкостей. Использование люминесценции для диагностики заболеваний печени и суставов.

### **Тема 6. Основы тушения флуоресценции**

Классификация тушения люминесценции. Динамическое и статистическое тушение люминесценции. Тушение посторонними примесями. Темпера-

турное тушение. Перенос энергии электронного возбуждения. Концентрационное тушение люминесценции.

#### **Тема 7. Хемилюминесценция в биологических системах**

Понятие хемилюминесценции. Молекулярные механизмы образования возбужденных молекул при хемилюминесценции. Механизм хемилюминесцентных реакций. Хемилюминесценция с образованием активных форм кислорода. Применение хемилюминесценции для изучения биологических объектов.

#### **4.4. Темы лабораторных занятий**

##### **Лабораторная работа 1.**

Спектрофотометрическое определение ароматических аминокислот и белков.

##### **Лабораторная работа 2.**

Флуоресценция аминокислот и белков

##### **Лабораторная работа 3.**

Флуоресценция биологических жидкостей и мембранных структур

##### **Лабораторная работа 4.**

Флуоресцентный метод определения содержания витаминов

##### **Лабораторная работа 5.**

Зондовая флуоресценция (АНС, пирен)

##### **Лабораторная работа 6.**

Тушение люминесценции нейтральными и заряженными тушителями

##### **Лабораторная работа 7.**

Люминол активированная хемилюминесценция

#### **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода дисциплина предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся,



и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. По дисциплине предусмотрены занятия в интерактивных формах, где возможно применение следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе подготовки к практическим занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме.

Самостоятельная работа студента под контролем преподавателя проводится в лаборатории на спектрофлуориметре Hitachi F7000 и Флюорат - 02 панораме сопряженными с персональными компьютерами.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

– обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;

– поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов;

– работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;

– обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

### **6.1. Вопросы для самостоятельной работы**

1. Что называют спектром флуоресценции и как он зависит от длины волны возбуждения?
2. Закон Стокса – Ломмеля.
3. Универсальное соотношение Степанова
4. Какова связь между энергетическим и квантовым выходами флуоресценции?
5. Как проявляется поляризация флуоресценции? Каковы ее свойства?
6. Как зависит интенсивность флуоресценции от концентрации?
7. Дать понятие безизлучательных переходов.
8. Классификация замедленной флуоресценции.
9. Принципиальная схема установки для проведения флуоресцентных исследований.
10. Назначение светофильтров. Классификация светофильтров по спектральным характеристикам и по принципу действия.
11. Способы определения коэффициента коррекции спектра флуоресценции.
12. Эффекты внутреннего фильтра
13. Аминопроизводные акридина как метки на нуклеиновые кислоты.

14. Метки и зонды на белковые молекулы.
15. Флуоресцентный способ определения рН.
16. Привести примеры использования автофлуоресценции ткани для диагностики онкологии.
17. Привести примеры применения зондовой флуоресценции для диагностики онкологии.
18. Дать понятие хемилюминесценции. Классификация хемилюминесценции.
19. Перечислить общие черты хемилюминесцентных реакций.

### 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-5	<p><b>Знать:</b> физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры.</p> <p><b>Уметь:</b> 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).</p> <p><b>Владеть:</b> навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере.</p>	Устный опрос, письменный опрос, рефераты, тестирование
ПК-1	<b>Знать:</b> Принципы и технику ра-	Практическая работа,

	боты на различных типах лабораторного оборудования. <b>Уметь:</b> правильно снимать показания, вести протокол или рассчитывать результаты <b>Владеть:</b> основами работы на исследовательской аппаратуре	устный опрос, письменный опрос
--	---	--------------------------------

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

### ОПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Выпускник должен обладать способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать:</b> физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры. <b>Уметь:</b> проводить флуоресцентные исследования: выбрать источник возбуждения, подобрать светофильтры и приемник излучения; оценить достоверность получаемых экспериментальных данных; представить ре-	Знает физические основы флуоресценции, формулирует структуру и цели дисциплины, но не способен проводить анализ информации самостоятельно. Плохо владеет методами сбора, обработки и представления биологической информации	Знает физические основы флуоресценции, формулирует структуру и цели дисциплины, способен проводить системный анализ самостоятельно. Владеет методами сбора, обработки и представления биологической	Знает физические основы флуоресценции, формулирует структуру и цели дисциплины. Хорошо владеет методами сбора, обработки и представления биологической информации и ме-

	<p>зультаты эксперимента в форме, соответствующей области применения (анализ физических процессов, либо медико-биологические и диагностические приложения).</p> <p><b>Владеть:</b> навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере..</p>		информации	тодами анализа, способен проводить системный анализ самостоятельно. Осуществляет и организовывает проведение научных исследований, проводит обработку результатов экспериментов.
--	---	--	------------	--

## ПК-1

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<p><b>Знать:</b> Принципы и технику работы на различных типах лабораторного оборудования.</p> <p><b>Уметь:</b> правильно снимать показания, вести протокол или рассчитывать результаты</p> <p><b>Владеть:</b> основами работы на исследовательской аппаратуре</p>	<p>Знает основы методов флуоресценции,</p> <p>Плохо владеет практическими навыками работы с приборами, обработкой полученных результатов и сбором научной информации</p>	<p>Знает физические основы флуоресценции,</p> <p>Владеет практическими навыками работы с приборами,</p> <p>Владеет методами сбора, обработки биологической</p>	<p>Знает физические основы флуоресценции,</p> <p>Владеет практическими навыками работы с приборами, Хорошо владеет методами сбо-</p>

			информации	ра, обработки и представления биологической информации, осуществляет и организует проведение научных исследований, проводит обработку результатов экспериментов.
--	--	--	------------	--

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### 7.3.1. Примерная тематика рефератов

1. Флуоресценция нуклеиновых кислот
2. Флуоресцентные свойства белков.
3. Флуоресценция коферментов.
4. Дать характеристику флуоресценции витаминов.
5. Флуоресцентные свойства билирубина.
6. Флуоресценция порфиринов.
7. Аминопроизводные акридина как метки на нуклеиновые кислоты.
8. Метки и зонды на белковые молекулы.
9. Применение автофлуоресценции тканей для диагностики онкологии.
10. Применения зондовой флуоресценции для диагностики онкологии.
11. Хемилюминесценции.

#### 7.3.2. Примерные тестовые задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

**Задание I. Выберите правильный ответ.**

**1. В фотометрическом титровании используется зависимость между:**

- A - поглощением и объемом титранта
- B - поглощением и длиной волны
- C - поглощением и концентрацией
- D - концентрацией и объемом титранта
- E - длиной волны и объемом титранта

**2. Количественный анализ в фотометрических методах анализа основан на зависимости интенсивности поглощения от:**

- A - количества поглощающих частиц
- B - природы вещества
- C - длины волны света
- D - коэффициента светопоглощения
- E - интенсивности падающего света

**3. Уравнение для расчета светопропускания:**

- A-  $T=I_t/I_0$
- B-  $T=\lg I_t/I_0$
- C-  $T=\lg I_0/I_t$
- D-  $t=I_0/I$
- E-  $T=I_t e^{-kc}$

**4. Физический смысл удельного коэффициента светопоглощения - это поглощение раствора с толщиной слоя 1 см и концентрацией:**

- A - 1%
- B - 1 г/л
- C - 1н.
- D - 1М
- E - 1 г/мл

**5. Видимой области спектра соответствует диапазон волн:**

- A - 380-750 нм
- B - 100-750 нм
- C - 750-100000 нм
- D - 380-100000 нм
- E - 100-380 нм

**6. Области оптического диапазона, в которых применим метод спектрофотометрии:**

- A - Ультрафиолетовая; видимая; инфракрасная
- B - Инфракрасная; видимая
- C - Ультрафиолетовая; инфракрасная
- D - Ультрафиолетовая; видимая
- E - Видимая

**7. Фотоколориметрический метод анализа основан на явлении:**

- A - поглощение молекулами вещества электромагнитного излучения
- B - поглощение атомами вещества электромагнитного излучения
- C - поляризация молекул вещества
- D - рассеяние света
- E - преломление света

**8. Концентрация раствора при использовании молярного коэффициента светопоглощения выражается в:**

- A - моль/л
- B - мг/мл
- C - моль-экв/л
- D - г/100 г раствора
- E - г/л

**9. Светопропускание исследуемого раствора равно 25%. Светопоглощение этого раствора составляет:**

- A - 0,60
- B - 0,53
- C - 0,25
- D - 0,36
- E - 0,40

**10. Спектральной характеристикой называется зависимость светопоглощения от:**

- A - длины волны
- B - концентрации
- C - толщины слоя
- D - молярного коэффициента светопоглощения
- E - удельного коэффициента светопоглощения

**11. Величина коэффициента светопоглощения зависит:**

- A - от природы вещества
- B - от концентрации раствора
- C - от толщины поглощающего слоя
- D - от интенсивности света
- E - не зависит ни от чего

**12. Оптимальный интервал величины светопоглощения (A) для фотометрических измерений:**

- A - 0,01-2,0
- B - 0,12-1,0
- C - 1,0-2,0
- D - 0,4-1,2
- E - 0,01-1,0

**13. Фотометрической реакцией называется реакция, при которой происходит:**

- A - образование малорастворимого соединения
- B - образование бесцветного малорастворимого соединения
- C - образование газообразного соединения
- D - образование окрашенного растворимого соединения
- E - растворение малорастворимого соединения

**14. Взаимосвязь между светопоглощением (A) и светопропусканием (T):**

- A -  $T = 1/A$
- B -  $A = \lg T$
- C -  $T = -\lg A$

D -  $A = -\lg T$

E -  $T = I_g A$

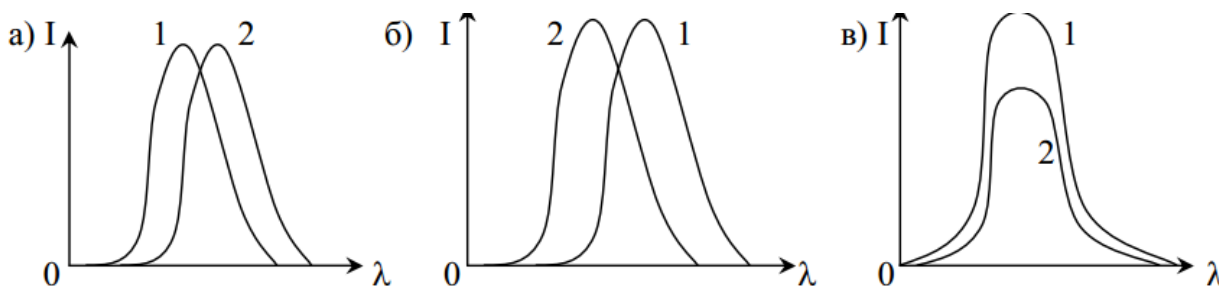
**15. Спектр люминесценции - это зависимость**

а)  $I_{\text{люм}} = f(\lambda_{\text{люм}})$ ; б)  $\Phi_{\text{люм}} = f(\lambda_{\text{возб}})$ ; в)  $\chi_{\lambda} = f(\lambda_{\text{люм}})$ ; г)  $I_{\text{люм}} = f(\lambda_{\text{возб}})$ .

**16. Квантовый выход фотохимической реакции показывает:**

- а) какая часть молекул, поглотивших фотоны, вступила в фотохимическую реакцию;
- б) какая часть молекул, участвовавших в химической реакции, излучила фотоны;
- в) отношение числа фотонов, вызвавших фотохимическую реакцию, к числу фотонов, излученных молекулами, участвующими в этой реакции.

**17. Укажите график, иллюстрирующий закон Стокса (1 - спектр люминесценции; 2 - спектр возбуждения):**



**18. Квантовый выход люминесценции - это отношение:**

- а) числа молекул в возбужденном состоянии к числу поглощенных квантов;
- б) числа поглощенных квантов к числу квантов люминесценции;
- в) числа квантов, высвеченных в виде люминесценции к числу поглощенных квантов;
- г) числа молекул в возбужденном состоянии к числу молекул в основном состоянии.

**19. Зависимость называется:**

- а) спектром люминесценции;
- б) спектром возбуждения люминесценции;
- в) спектром поглощения;
- г) спектром пропускания.

**20. Фотолюминесценция может являться результатом возбуждения молекул:**

- а) квантами видимого света;
- б) квантами гамма-излучения; ( $\Phi_{\text{люм}}$ )
- в) квантами ультрафиолетового излучения;
- г) квантами рентгеновского излучения.

**21. В люминесцентном микроскопе в качестве осветителя используется источник:**

- а) видимого света;
- б) гамма-излучения;



- в) ультрафиолетового излучения;
- г) рентгеновского излучения.

**22. Начальный акт фотолюминесценции;**

- а) возбуждение атома или молекулы фотоном с энергией  $h\nu$ ;
- б) излучательный переход атома или молекулы в основное состояние;
- в) переход атома или молекулы на метастабильный уровень;
- г) безызлучательный переход атома или молекулы в основное состояние.

**23. Антнстоксово излучение возникает при возбуждении частицы, которая:**

- а) находилась в основном состоянии;
- б) находилась в возбужденном состоянии;
- в) неспособна к фотолюминесценции.

**24. В люминесцентных лампах (лампах дневного света) в парах ртути наблюдается:**

- а) электролюминесценция;
- б) фотолюминесценция;
- в) триболюминесценция;
- г) хемилюминесценция.

**25. Укажите формулировку закона Стокса:**

- а) квантовый выход люминесценции не зависит от спектра возбуждения;
- б) спектр люминесценции совпадает со спектром возбуждения люминесценции;
- в) спектр люминесценции сдвинут в сторону длинных волн относительно спектра возбуждения;
- г) спектр люминесценции сдвинут в сторону коротких волн относительно спектра излучения, вызвавшего люминесценцию;
- д) при увеличении квантового выхода люминесценции спектр ее сдвигается в сторону длинных волн.

**26. Согласно закону Вавилова:**

- а) квантовый выход люминесценции не зависит от длины волны света, вызвавшего эту фотолюминесценцию;
- б) квантовый выход люминесценции увеличивается при уменьшении длины волны света, вызвавшего эту фотолюминесценцию;
- в) квантовый выход люминесценции уменьшается при увеличении длины волны света, вызвавшего эту фотолюминесценцию;
- г) квантовый выход люминесценции уменьшается при уменьшении длины волны света, вызвавшего эту фотолюминесценцию.

**27. В фотохимии зависимость  $\sigma_x = f(\lambda)$  ( $\sigma_x$  - площадь поперечного сечения фотохимического превращения молекул) называют:**

- а) спектром действия;
- б) спектром излучения;
- в) спектром поглощения.

**28. Укажите формулу для определения площади поперечного сечения фотохимического превращения молекул - квантовый выход фотохимической реакции, б- эффективное сечение поглощения молекулы):**

- а)  $\sigma_x = \varphi_x / \sigma$ ;      б)  $\sigma_x = \sigma$ ;      в)  $\sigma_x = \sigma / \varphi_x$ ;      г)  $\sigma_x = \varphi_x \sigma$ .

**Задание 2. Укажите правильные высказывания:**

**1.**

- а) Согласно закону Стокса, энергия фотонов, испускаемых при люминесценции, не превышает энергию возбуждающих фотонов.  
б) Люминесценция - избыточное над тепловым электромагнитное излучение тела при данной температуре, имеющее длительность значительно меньше периода излучаемых световых волн.  
в) Максимумы спектра люминесценции и спектра возбуждения люминесценции совпадают.  
4) Квантовый выход люминесценции - это отношение числа квантов, высвеченных при фотолюминесценции к числу поглощенных образцом квантов.

**2.**

- а) Максимум спектра люминесценции  $\sigma_x$  ( $\varphi_x$ ) сдвинут по отношению к максимуму спектра возбуждения люминесценции в сторону более коротких волн.  
б) По спектру люминесценции нельзя изучать химические превращения и межмолекулярные взаимодействия.  
в) Энергия фотонов, испускаемых при люминесценции, равна энергии возбуждающих фотонов.  
г) Квантовый выход люминесценции не зависит от длины волны возбуждающего света.  
д) Квантовый выход люминесценции - это отношение числа поглощенных образцом квантов к числу квантов, высвеченных при фотолюминесценции.

**3.**

- а) Максимум спектра люминесценции сдвинут по отношению к максимуму спектра возбуждения люминесценции в сторону более длинных волн.  
б) Люминесцентный анализ - совокупность методов для определения природы и состава вещества по его спектру пропускания.  
в) При антистоксовой люминесценции длина волны испускаемого света меньше длины волны возбуждающего света.  
г) Люминесценция - тепловое излучение тела при данной температуре, имеющее длительность значительно больше периода излучаемых световых волн.  
д) Квантовый выход люминесценции - это отношение длины волны люминесценции к длине волны поглощенного веществом света.

**4.**

- 1) Люминесценция - тепловое излучение тела при данной температуре, имеющее длительность значительно меньше периода излучаемых световых волн.





1. Общий квантовый выход люминесценции модельной системы окисления липидов составляет 0,002, при этом за время  $t$  высвечивается 6 квантов. Люминесценция данной системы наблюдается при 540 нм, а инициируется светом с длиной волны 390 нм.

Сколько квантов света с длиной волны 390 нм было поглощено за время  $t$ ?

1)3000; 2)0,012; 3)3240; 4)1380; 5)0,0003.

2. По люминесценции изучали степень окисления плазмы крови пациента. Использовали плазму, содержащую, среди прочих составляющих, продукты окисления липидов крови, способные люминесцировать. За определенный интервал времени смесь, поглотив 100 квантов света с длиной волны 410 нм, высветила 15 квантов излучения с длиной волны 550 нм.

Каков квантовый выход люминесценции данной плазмы крови?

1)115; 2)0.15; 3)85; 4)1500; 5)0.2; 6)2012.

3. Люминесцентный анализ использовали для определения состава неизвестной биологической жидкости. Жидкость облучали трижды светом с разными длинами волн: 1) 390 нм, 2) 520 нм, 3) 705 нм. Люминесценцию наблюдали при длине волны излучения 520 нм. Свет какой длины волны инициировал люминесценцию?

1)390 нм; 2) 520 нм; 3) 705 нм.

### **7.3.3. Примерный перечень вопросов к зачету по всему курсу**

12. Что отличает люминесценцию от других видов излучения?
13. Перечислить классификацию люминесценции по различным признакам: типу возбуждения, продолжительности процесса излучения и кинетике.
14. Что называют спектром флуоресценции и как он зависит от длины волны возбуждения?
15. Закон Стокса – Ломмеля.
16. Правило зеркальной симметрии.
17. Универсальное соотношение Степанова
18. Какова связь между энергетическим и квантовым выходами флуоресценции?
19. В чем заключается закон Вавилова?
20. Дать понятие антистоксовой люминесценции.
21. Как проявляется поляризация флуоресценции? Каковы ее свойства?
22. Как зависит интенсивность флуоресценции от концентрации?
23. Дать понятие длительности флуоресценции.
24. Условие возникновения фосфоресценции.
25. Дать понятие безизлучательных переходов.
26. Классификация замедленной флуоресценции.
27. Охарактеризовать различные виды тушения и их связь между собой.
28. Принципиальная схема установки для проведения флуоресцентных исследований.

29. Назначение светофильтров. Классификация светофильтров по спектральным характеристикам и по принципу действия.
30. Способы определения коэффициента коррекции спектра флуоресценции.
31. Эффекты внутреннего фильтра
32. Флуоресценция нуклеиновых кислот
33. Флуоресцентные свойства белков.
34. Флуоресценция коферментов.
35. Дать характеристику флуоресценции витаминов.
36. Флуоресцентные свойства билирубина.
37. Флуоресценция порфиринов.
38. Аминопроизводные акридина как метки на нуклеиновые кислоты.
39. Метки и зонды на белковые молекулы.
40. Флуоресцентный способ определения рН.
41. Привести примеры использования автофлуоресценции ткани для диагностики онкологии.
42. Привести примеры применения зондовой флуоресценции для диагностики онкологии.
43. Дать понятие хемилюминесценции. Классификация хемилюминесценции.
44. Перечислить общие черты хемилюминесцентных реакций.
45. Особенности измерения спектра хемилюминесценции, квантового входа и излучательного времени жизни.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 40% и промежуточного контроля – 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 10 баллов,
- участие на практических занятиях – баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 40 – баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ – 50 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - \_\_\_ баллов,
- письменная контрольная работа – 50 баллов,
- тестирование – 50 баллов.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

##### а) основная литература:

1. Оптическая биомедицинская диагностика. В 2 т.: пер. с англ./ под ред. В. В. Тучина. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

2. Г.С.Ландсберг. Оптика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.

б) дополнительная литература:

1. Д.Лакович. Основы флуоресцентной спектроскопии. М.: Мир, 1986. – 496 с.
2. Н. Векшин. Флуоресцентная спектроскопия биополимеров: крат. учеб. курс. Пущино: Фотон-век, 2008. - 168 с.
3. Л.В.Левшин, А.М.Салецкий. Оптические методы исследования молекулярных систем. - Изд-во Московского университета, 1994. – 320 с.
4. Л.В.Левшин, А.М.Салецкий. Люминесценция и ее измерения. – Изд-во Московского университета, 1989. – 279 с.
5. Е.А.Черницкий, Е.И.Слобожанина. Спектральный люминесцентный анализ в медицине. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 141 с.
6. Ю.И.Посудин. Лазерная микрофлуориметрия биологических объектов. – Киев: Вища школа, 1985. – 110 с.
7. Т.И.Гришаева. Методы люминесцентного анализа. Учебное пособие для ВУЗов, 2003 – 226 с.
8. В.В.Смоленский. Статистические методы обработки экспериментальных данных. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный государственный институт им Н.Г.Плеханова. 2003. Электронное учебное пособие.
9. В.Н.Карнаухов. Люминесцентный анализ клеток крови. Электронное учебное пособие – Электронное изд-во «Аналитическая микроскопия», Пущино, 2002.

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

1. [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru) ; <http://www.nature.web.ru> ; [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com), [www.medline.ru](http://www.medline.ru)
2. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)
3. электронные образовательные ресурсы регионального ресурсного центра [rcc.dgu.ru](http://rcc.dgu.ru)
4. электронные образовательные ресурсы библиотеки ДГУ (East View Information, Bibliophika, ПОЛПРЕД, Книгафонд, elibrary, Электронная библиотека Российской национальной библиотеки, Российская ассоциация электронных библиотек //eLibrary Электронная библиотека РФФИ).
5. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
6. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier <http://www.sciencedirect.com/>
7. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая научные обзоры журнала «Успехи биологической химии» <http://www.inbi.ras.ru/ubkh/ubkh.html>
8. Российское образование. Федеральный портал «Университетская библиотека ONLINE» <http://www.biblioclub.ru>

### **Лекционный курс.**

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение основных проблем биохимии. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса данного курса особое значение имеют рисунки, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторно-практических занятий, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

**Реферат.** Реферат – это обзор и анализ литературы на выбранную Вами тему. *Реферат это не списанные куски текста с первоисточника.* Недопустимо брать рефераты из Интернета.

Тема реферата выбирается Вами в соответствии с Вашими интересами. Необходимо, чтобы в реферате были освещены как теоретические положения выбранной Вами темы, так и приведены и проанализированы конкретные примеры.

Реферат оформляется в виде машинописного текста на листах стандартного формата (А4).

*Структура реферата включает следующие разделы:*

- титульный лист;
- оглавление с указанием разделов и подразделов;
- введение, где необходимо указать актуальность проблемы, новизну исследования и практическую значимость работы;
- литературный обзор по разделам и подразделам с анализом рассматриваемой проблемы;
- заключение с выводами;
- список используемой литературы.

Желательное использование наглядного материала - таблицы, графики, рисунки и т.д. Все факты, соображения, таблицы, рисунки и т.д., приводимые из литературных источников студентами, должны быть сопровождаемы ссылками на источник информации. Недопустимо компоновать реферат из кусков дословно заимствованного текста различных литературных источников. Все цитаты должны быть представлены в кавычках с указанием в скобках источника, отсутствие кавычек и ссылок означает плагиат и является нарушением



авторских прав. Использованные материалы необходимо комментировать, анализировать и делать соответственные и желательно собственные выводы. Все выводы должны быть ясно и четко сформулированы и пронумерованы. Список литературы оформляется строго по правилам Государственного стандарта. Реферат должен быть подписан автором, который несет ответственность за проделанную работу.

**Перечень** учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

**Самостоятельная работа студентов:**

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;

- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников по тематике дисциплины;
- выполнение курсовых работ (проектов);
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

- компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
- пакет прикладных обучающих и контролирующих программ «Origin», «Statistica», «MathCad», используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
- электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

На лекционных и практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам.