

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Авторы-составители: **Максимов Александр Юрьевич
Лисовенко Наталья Юрьевна**

Рабочая программа дисциплины
ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОХИМИИ
Код УМК 98292

Утверждено
Протокол №
от «24» июня 2022 г.

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Флуоресцентные и оптические методы в биохимии

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **04.03.01** Химия
направленность Биохимия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Флуоресцентные и оптические методы в биохимии** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Биохимия)

ПК.1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Индикаторы

ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК.2 Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Индикаторы

ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Биохимия)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Введение. Возможности и преимущества флуоресцентной спектроскопии в исследовании биологических объектов

Место спектрально-оптических измерений в диагностике состояния биологических систем. Понятие неинвазивных и минимально инвазивных методов исследования (диагностики живой системы). Преимущества и возможности флуоресцентной спектроскопии.

Физические основы процессов флуоресценции

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 антистоксовой флуоресценции.

Поляризованная флуоресценция.

Поляризация люминесценции и ее свойства. Осцилляторная модель поляризованной люминесценции изотропных сред. Формула Левшина – Перрена. Вращательная деполяризация люминесценции.

Законы затухания люминесценции.

Длительность люминесценции. Кинетика затухания анизотропии излучения.

Длительные процессы свечения.

Условие возникновения фосфоресценции. Внутренняя и интеркомбинационная конверсия. Замедленная флуоресценция Е-типа и Р-типа.

Тушение люминесценции.

Классификация тушения люминесценции. Динамическое и статистическое тушение люминесценции.

Тушение посторонними примесями. Температурное тушение. Перенос энергии электронного возбуждения. Концентрационное тушение люминесценции.

Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений

Аппаратура для исследования стационарной люминесценции.

Основные элементы установок для проведения флуоресцентных исследований. Источники возбуждения люминесценции. Светофильтры. Приемники излучения.

Калибровка и коррекция люминесцентных измерений.

Коррекция спектров возбуждения. Коррекция спектров люминесценции. Влияние поляризационных свойств измерительной аппаратуры на спектрально-люминесцентные характеристики излучения.

Выбор условий проведения люминесцентных измерений.

Выбор длины волны возбуждения и регистрации флуоресценции. Выбор условий возбуждения образца.

Эффекты внутреннего фильтра.

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, В1, В6, Е и фолиевой кислоты.

Флуоресценция продуктов окисления и пигментов.

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

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-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, N-фенил-1-нафтилаламин.

Определение микровязкости мембран. Эффективность переноса энергии. Оценка ассоциации молекул.

Зонды для изучения внутриклеточного pH и транспорта кальция.

Использование флуоресценции в диагностических целях

Автофлуоресценция биотканей в диагностике онкологических заболеваний. Зондовая флуоресценция тканей в диагностике онкологических заболеваний. Люминесценция биологических жидкостей.

Использование люминесценции для диагностики заболеваний печени и суставов.

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.

Зачет

Физические основы флуоресценции, флуоресцентные методы биомедицинской диагностики, люминесцентные характеристики основных флуорофоров и хромофоров, входящих в состав биоткани, а также флуоресцентные маркеры, применяемые в медико-биологических исследованиях.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

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

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Ландсберг, Г. С. Оптика : учебное пособие / Г. С. Ландсберг. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 852 с. — ISBN 978-5-9221-1742-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://elis.psu.ru/node/642354>

Дополнительная:

1. Вилков Л. В., Пентин Ю. А. Физические методы исследования в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия: учебник для химических специальностей вузов / Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин. - Москва: Высшая школа, 1987. - 366 с. - Библиогр.: с. 356-358. - Предм. указ.: с. 359-364

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

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

Образовательный процесс по дисциплине **Флуоресцентные и оптические методы в биохимии** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);

доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные и практические (семинарские) занятия

Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, и маркерной доской.

2. Групповые (индивидуальные) консультации

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

3. Текущий контроль

Аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской;

4. Самостоятельная работа

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с

доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Флуоресцентные и оптические методы в биохимии**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения научно-исследовательских задач в профессиональной области, поставленных специалистом более высокой квалификации

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР</p>	<p>Знать физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры. 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). Владеть навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры. Не умеет проводить флуоресцентные исследования, не может оценить достоверность получаемых экспериментальных данных и представить результаты эксперимента в форме, соответствующей области применения (анализ физических процессов, либо медико-биологические и диагностические приложения). Не владеет навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Плохо знает физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры. Уметь проводить флуоресцентные исследования и оценить достоверность получаемых экспериментальных данных; не умеет представить результаты эксперимента в форме, соответствующей области применения, делает ошибки. Владеет слабыми навыками калибровки и</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Хорошо знает физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры, делает небольшие ошибки.</p> <p>Умеет 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>Хорошо владеет навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Отлично ориентируется в основных законах флуоресценции, люминесцентных характеристиках основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры.</p> <p>Умеет проводить флуоресцентные исследования: выбрать источник возбуждения, подобрать светофильтры и приемник излучения; оценить достоверность получаемых экспериментальных данных; представить результаты эксперимента в форме, соответствующей области применения</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>(анализ физических процессов, либо медико-биологические и диагностические приложения). Владеет навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений, навыками выбора условий проведения флуоресцентных измерений, навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере</p>

ПК.2

Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области</p>	<p>Знать физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры. Уметь проводить флуоресцентные исследования: выбрать источник возбуждения, подобрать светофильтры и приемник излучения; оценить достоверность получаемых экспериментальных данных; Владеть навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знать физические основы флуоресценции. Не умеет проводить флуоресцентные исследования. Не владеет навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Плохо знать физические основы флуоресценции. Плохо умеет проводить флуоресцентные исследования. Плохо владеет навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Хорошо знать физические основы флуоресценции. Умеет проводить флуоресцентные исследования. Владеет навыками калибровки и коррекции флуоресцентных измерений.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Отлично знать физические основы флуоресценции. Проводит флуоресцентные исследования. Проводит калибровку и коррекции флуоресцентных измерений.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области	Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений Письменное контрольное мероприятие	Физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике.
ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Флуоресцентные метки и зонды Письменное контрольное мероприятие	Флуоресцентные маркеры. источники возбуждения, светофильтры и приемник излучения.
ПК.1.1 Проводит работы по поиску, обработке и анализу научно-технической информации в профессиональной области, планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР	Зачет Итоговое контрольное мероприятие	Физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике. Флуоресцентные маркеры. источники возбуждения, светофильтры и приемник излучения.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Аппаратура и методика проведения флуоресцентных измерений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знает физические основы флуоресценции.	10
Знает люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры.	10
Знает аппаратуру и методику проведения флуоресцентных измерений.	5
Знает возможности и преимущества флуоресцентной спектроскопии в исследовании биологических объектов.	5

Флуоресцентные метки и зонды

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знает флуоресцентные маркеры.	10
Знает основные источники возбуждения, светофильтры и приемник излучения.	10
Знает как используется флуоресценция в диагностических целях.	5
Знает что такое хемилюминесценция.	5

Зачет

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **6 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Знает физические основы флуоресценции, люминесцентные характеристики основных эндогенных флуорофоров и хромофоров, используемые в биомедицинской диагностике флуоресцентные маркеры.	10
Знает как выбрать условия проведения флуоресцентных измерений, владеет навыками по обработке экспериментальных данных на персональном компьютере.	10
Знает методы калибровки и коррекции флуоресцентных измерений,	10
Знает методики флуоресцентных исследований.	10