

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы биоимиджинга

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биология (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.06 Методы биоимиджинга относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен осуществлять информационный поиск по выбранной научной тематике в области биологии, излагать и критически анализировать получаемую информацию, представлять результаты исследований в виде презентаций, научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт, пояснительных записок, публикаций в научных изданиях; поддерживать дискуссию по актуальным вопросам биологии и экологии	ПК-1.1: Знает: - правила сбора и анализа информации по теме исследования, способы и правила представления результатов в письменной и устной формах ПК-1.2: Умеет: - планировать и осуществлять поиск научной информации, оформлять результаты исследования для представления в письменной и устной формах ПК-1.3: Владеет: - опытом поиска, анализа, представления и обсуждения результатов исследования	ПК-1.1: Знает биологические понятия и закономерности, лежащие в основе современных методов биоимиджинга ПК-1.2: Умеет применять знания принципов современных методов биоимиджинга для решения теоретических и практических задач ПК-1.3: Владеет базовыми навыками проектирования научно-исследовательской работы в области биоимиджинга	Тест	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-	ПК-2.1: Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике ПК-2.2: Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование	ПК-2.1: Знает правила оформления научно исследовательских работ в области биоимиджинга ПК-2.2: Умеет анализировать научную информацию и представлять результаты биофизических исследований	Доклад-презентация	Экзамен: Контрольные вопросы

исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике ПК-2.3: Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике	ПК-2.3: Владеет навыками критического анализа информации при выполнении научно-исследовательской работы в области биоимиджинга		
--	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	26
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	2
самостоятельная работа	20
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Введение. Подходы и принципы получения изображений. Решаемые задачи.	2	1	0	1	1
Общие принципы получения изображений с помощью оптического излучения.	4	1	2	3	1
Оптическая микроскопия. Методы контрастирования.	4	1	2	3	1

Оптическая микроскопия высокого и сверхвысокого разрешения.	6	3	2	5	1
Оптическая диагностика в ближнем ИК диапазоне. Оптическая томография.	4	1	2	3	1
Функциональный оптический биоимиджинг. Флуоресцентные зонды. FRAP, FRET, FLIM.	5	2	2	4	1
Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеноструктурный анализ.	5	2	2	4	1
Электронная микроскопия. TEM, SEM.	6	3	2	5	1
Методы зондовой сканирующей микроскопии. Атомно-силовая микроскопия.	6	2	2	4	2
Компьютерная томография.	6	2	2	4	2
Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и сцинтиграфия.	6	2	2	4	2
Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ).	6	2	2	4	2
ЯМР спектроскопия. Магнитная резонансная томография.	6	2	2	4	2
Ультразвуковой имиджинг.	4	2	0	2	2
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	26	24	52	20

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение. Задачи, решаемые с использованием методов имиджинга в биологии и медицине. Подходы и принципы получения изображений.

Тема 2. Общие принципы получения изображений с помощью оптического излучения. Физическая природа света. Механизмы поглощения света, хромофорные группировки. Поглощение света биологическими молекулами и используемыми красителями. Рассеяние света биологическими структурами. Окно прозрачности биотканей. Фотолюминесценция. Применение флуоресцентных красителей в биологии. Флуоресцентные белки. Фотолюминесцентные наноматериалы.

Тема 3. Оптическая микроскопия. Понятие углового размера и углового разрешения. Принцип широкопольной микроскопии. Разрешение микроскопа. Методы контрастирования: тёмное поле, поляризационный контраст, фазовый контраст, флуоресцентная микроскопия.

Тема 4. Лазерная сканирующая микроскопия. Принцип работы конфокального микроскопа, преимущества и ограничения метода. Микроскопия с двухфотонным возбуждением. Преодоление дифракционного предела и микроскопия сверхвысокого разрешения. Принцип STORM/PALM-микроскопии.

Тема 5. Оптическая диагностика в ближнем ИК диапазоне. Оптическая когерентная томография (ОКТ): устройство томографа, принцип регистрации изображения, области применения и интерпретация данных, функциональные методы на основе ОКТ. Оптическая диффузионная томография и спектроскопия. Анализ кровенаполнения ткани и насыщения крови кислородом. Применение метода в диагностике заболеваний, функциональный имиджинг мозга.

Тема 6. Функциональный оптический биоимиджинг. Понятие флуоресцентного зонда, их применение для анализа ионных концентраций. Ратиометрические измерения с использованием зондов. Принцип метода FRAP, области применения и определяемые показатели. Время жизни возбужденного состояния флуорофора и метод FLIM-микроскопии, применение в биологических исследованиях. Принцип FRET, понятие флуоресцентной линейки, использование FRET-микроскопии при решении различных задач. FLIM-FRET.

Тема 7. Рентгеновская и нейтронная дифракция. Использование дифракционных методов для анализа макромолекул. Типы источников рентгеновского излучения. Стадии и физические принципы

рентгеноструктурного анализа. Подготовка образца, получение и интерпретация данных.

Тема 8. Электронная микроскопия. Физический принцип метода. Виды взаимодействия электронов с атомами образца. Устройство просвечивающего электронного микроскопа (метод ТЕМ), подготовка образцов. Сканирующий электронный микроскоп (метод SEM), особенности подготовки и анализа образцов. Анализ химического состава. Электронная томография.

Тема 9. Методы зондовой сканирующей микроскопии. Атомно-силовая микроскопия: силы межатомного взаимодействия, устройство микроскопа, принцип регистрации сигнала, особенности разных режимов работы. Сканирующая туннельная микроскопия: принцип и применение метода. Ближнепольная сканирующая оптическая микроскопия.

Тема 10. История применения рентгеновского излучения в медицине и методы диагностики с его использованием. Взаимодействие рентгена с биотканями, шкала Хаунсфилда. Компьютерная томография: устройство прибора, получение и интерпретация данных. Функциональные методы имиджинга на основе компьютерной томографии.

Тема 11. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и сцинтиграфия. используемые радионуклиды и требования к ним. Принцип регистрации гамма-излучения. Примеры препаратов, решаемые задачи, разрешение и чувствительность метода.

Тема 12. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Используемые радионуклиды и требования к ним. Использование 18-фтордезоксиглюкозы и её метаболизация. Принцип получения изображений. Примеры препаратов, решаемые задачи, разрешение и чувствительность метода. Совмещение структурных и функциональных методов медицинского имиджинга.

Тема 13. Явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Прецессия спинов ядер атомов в магнитном поле. Резонансное поглощение электромагнитного излучения. T1- и T2-релаксация. Понятие химического сдвига, ЯМР спектроскопия. Магнитная резонансная томография (МРТ). Принцип кодирования пространственной информации. Разновидности структурных и функциональных методов МРТ.

Тема 14. Ультразвуковой имиджинг. Физическая природа звука. Взаимодействие ультразвука (УЗ) с биотканями. Понятие величины полупоглощающего слоя. Понятие акустического импеданса, отражение ультразвука на границе сред. Принцип работы УЗ-датчика. Эхогенность. Контрастирование УЗ-изображений. Применение УЗ в медицине, высокочастотный ультразвук, доплерография.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 8 ч.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 8 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;

- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к устному опросу на семинарских и лабораторных занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к экзамену.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Методы биоимиджинга».

Подготовка к устному опросу, тестированию, решению задач.

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 4) тщательно изучить лекционный материал;
- 5) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Подготовка к экзамену.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена.

Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Метод».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

1. Отметьте из перечисленного характеристики оптического излучения: а) механическая волна; б) электромагнитная волна; в) может распространяться в вакууме; г) может распространяться только в веществе; д) не несет энергии; е) переносит энергию.
2. Видимый диапазон оптического излучения примерно составляет: а) от 400 до 750 ангстрем; б) от 100 до 1000 нм; в) от 400 до 750 нм; г) от 400 до 750 мкм.

3. Время жизни возбужденного состояния молекулы после поглощения кванта света примерно составляет а) 10 с; б); 10^{-2} с; в) 10^2 с; г) 10^{-9} с.
4. Рассеяние света в биологических тканях обусловлено: а) наличием неоднородностей с разными показателями преломления; б) наличием неоднородностей с разными коэффициентами поглощения; в) наличием неоднородностей разного размера; г) наличием неоднородностей разного химического состава.
5. Окно прозрачности биологических тканей, это диапазон длин волн: а) от 1300 до 5000 нм; б) от 700 до 1300 нм; в) от 210 до 450 нм; г) от 450 до 700 нм.
6. Минимальное угловое расстояние между двумя объектами, которые способен различить глаз, это: а) угловой размер; б) угловое разрешение; в) увеличение; г) острота зрения.
7. Отношение углового размера объекта, наблюдаемого через линзу или систему линз, к угловому размеру объекта, помещенного на расстояние наилучшего зрения, называется: а) увеличение; б) угловое разрешение; в) светосила; г) разрешающая способность.
8. Проведите сопоставление методов контрастирования в оптической микроскопии и лежащих в их основе явлений:

А. метод темного поля	а. отличия в способности переизлучать свет
Б. фазовый контраст	б. разница показателей преломления
В. поляризационная микроскопия	в. отличия свойств светорассеяния
Г. флуоресцентная микроскопия	г. оптическая анизотропия

9. Из перечисленного выберите одну, самую принципиальную, характеристику метода конфокальной микроскопии: а) использование лазерного излучения; б) поточечное построение изображения; в) послойное сканирование объекта; г) ограничение потока излучения не из фокальной плоскости объектива за счет использования диафрагм.
10. Укажите все утверждения, с которыми Вы согласны: а) дифракционный предел в микроскопии нельзя преодолеть; б) оптический дифракционный предел можно преодолеть с помощью специализированных методов оптической микроскопии; в) дифракционный предел можно преодолеть с помощью использования потока электронов в качестве излучения; г) дифракционный предел можно преодолеть с помощью лазерного излучения.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 50% правильных ответов.
не зачтено	Менее 50% правильных ответов.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

- Количественная оценка изменения концентрации кальция. Ратиометрический подход.
- Оптическая когерентная томография в диагностике онкологических заболеваний.
- Сравнение возможностей методов трансмиссионной и сканирующей электронной микроскопии в исследовании биологических объектов.

- Атомно-силовая микроскопия живых клеток, динамические наблюдения.
- Функциональный биомедицинский имиджинг методом ОФЭКТ.
- Современные подходы позитронной эмиссионной томографии, новые области применения метода.
- Ультразвук для диагностики и терапии.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Доклад соответствует теме, тема раскрыта не менее чем на 50%, доклад сопровождается электронной презентацией не менее, чем из 10 слайдов, недостатки в оформлении отсутствуют или незначительные, докладчик ответил на вопросы без недостатков или с незначительными недостатками, приведены ссылки не менее чем на 5 источников.
не зачтено	Присутствует не менее одного из указанных признаков: доклад не соответствует теме; тема раскрыта менее чем на 50%; размер электронной презентации менее 10 слайдов; имеются существенные недостатки в оформлении, затрудняющие восприятие и понимание материала; докладчик не ответил на вопросы; приведены ссылки менее чем на 5 источников.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

			задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Задачи, решаемые с применением методов имиджинга в биологии и медицине. Подходы и принципы получения изображений.

2. Виды взаимодействия оптического излучения с веществом: определение, примеры соответствующих методов биоимиджинга. Окно прозрачности биологических тканей. Физическое обоснование. Использование в медицине.
3. Принципы получения изображений на основе поглощения оптического излучения. Диаграмма Яблонского для энергетических уровней молекулы. Хромофорные группировки.
4. Принципы получения изображений на основе рассеяния оптического излучения. Комбинационное рассеяние света.
5. Принципы получения изображений на основе регистрации фотолюминесценции. Флуорофоры для биомедицинского применения: органических соединения, флуоресцентные белки, фотолюминесцентные наноматериалы.
6. Принцип построения изображения в оптической микроскопии. Предел разрешения.
7. Основные методы контрастирования в оптической широкопольной микроскопии. Методы темного поля, фазового контраста, поляризационной и флуоресцентной микроскопии.
8. Конфокальная микроскопия. Принцип метода, сравнение с широкопольной микроскопией.
9. Многофотонная микроскопия. Принцип метода, решаемые задачи, преимущества по сравнению с конфокальной микроскопией
10. Микроскопия сверхвысокого разрешения. Принцип метода STORM/PALM. Требования к флуорофорам.
11. Регистрация изменения ионных концентраций с помощью флуоресцентных зондов. Типы зондов. Загрузка зондов в клетки. Ратиометрический подход, его преимущества.
12. Метод FRAP (регистрация флуоресценции после фотообесцвечивания). Принцип метода, область применения.
13. Принцип метода FLIM и область его применения. Характерные времена возбужденных состояний.
14. Метод FRET. Условия переноса энергии. Понятие FRET-пар. Фёрстеровское расстояние и флуоресцентная линейка. FLIM-FRET .

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Оптическая когерентная томография. Принципиальное устройство томографа. Формирование и интерпретация изображений. Область применения.
2. Оптическая диффузионная томография и спектроскопия. Анализ функционального состояния ткани/органа.
3. Принцип трансмиссионной электронной микроскопии (ТЕМ). Требования к образцам и особенности их приготовления.
4. Принцип сканирующей электронной микроскопии (SEM). Требования к образцам и особенности их приготовления
5. Атомно-силовая микроскопия. Силы межатомного взаимодействия.
6. Принцип ближнепольной сканирующей оптической микроскопии (БСОМ). Преимущества по сравнению с широкопольной оптической микроскопией.
7. Рентгеновская дифракция. Принцип метода. Закон Брэгга.
8. Этапы рентгеноструктурного анализа. Подготовка образца. Источники рентгеновского излучения. Принципы расшифровки рентгенограмм.
9. Компьютерная томография. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Функциональные методы на основе КТ
10. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и сцинтиграфия. Принцип методов. Используемые радионуклиды и требования к ним. Примеры препаратов и задач, решаемых данными методами.
11. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Используемые радионуклиды. Примеры используемых в клинике препаратов. Особенности применения ¹⁸ФДГ.

12. Метод ядерного магнитного резонанса. Принцип метода. Магнитный момент ядер. Спиновое число. Прецессия. ЯМР спектроскопия. Этапы расшифровки структуры макромолекул.
13. Магнитно-резонансная томография. Кодирование пространственной координаты источника сигнала. Времена релаксации.
14. Свойства ультразвука. Распространение ультразвука в тканях, поглощение, отражение. Принцип работы УЗ-датчика. Допплерография.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Оптическая биомедицинская диагностика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Физика" и специальности "Медицинская физика" : [пер. с англ.] : [в 2 т.] / под ред. В. В. Тучина. - М. : Физматлит, 2007-. Оптическая биомедицинская диагностика. Т. 1. - [Б. м.], 2007. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-0769-3 (русск.) : 355.80., 2 экз.
2. Оптическая биомедицинская диагностика : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Физика" и специальности "Медицинская физика" : [пер. с англ.] : [в 2 т.]

- / под ред. В. В. Тучина. - М. : Физматлит, 2007-. Оптическая биомедицинская диагностика. Т. 2. - [Б. м.], 2007. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-0777-8 (русск.) : 350.00., 2 экз.
3. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем / пер. с англ. Н. Н. Хромова-Борисова. - М. : Техносфера, 2005. - 256 с. - (Мир биологии и медицины ; 3 - 02). - ISBN 94836-044-X : 88.00., 11 экз.
4. Сердюк Игорь Н. Методы в молекулярной биофизике : структура, функция, динамика : учеб. пособие / [пер. А. Ю. Хмельницкий и др.]. - М. : КДУ : Вольное Дело : Базовый элемент, 2009-. Методы в молекулярной биофизике. Т. 1. - М., 2009. - 568 с. : цв. ил., табл. - ISBN 978-5-98227-453-3 (т. 1) : 300.00., 1 экз.
5. Сердюк Игорь Н. Методы в молекулярной биофизике : структура, функция, динамика : учеб. пособие / [пер. А. Ю. Хмельницкий и др.]. - М. : КДУ : Вольное Дело : Базовый элемент, 2009-. Методы в молекулярной биофизике. Т. 2. - М., 2010. - 736 с. : цв. ил., табл. - ISBN 978-5-98227-454-0 (т. 2). - ISBN 978-5-98227-452-6 : 400.00., 1 экз.
6. Лучевая диагностика : учеб. для студентов мед. вузов. Т. 1 / под ред. Г. Е. Труфанова. - М. : Гэотар-Медиа, 2011. - 416 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-1927-4 : 893.00., 8 экз.

Дополнительная литература:

1. Кларк Эшли Р. Микроскопические методы исследования материалов / пер. с англ. С. Л. Баженова ; РАН, Ин-т синтез. полимер. материалов им. Н. С. Ениколопова. - М. : Техносфера, 2007. - 376 с. - (Мир материалов и технологий ; 6 - 13). - ISBN 978-5-94836-121-5 : 115.00., 2 экз.
2. Тучин Валерий Викторович. Оптика биологических тканей = Tissue Optics : методы рассеяния света в медицинской диагностике / пер. с англ. В. Л. Дербова ; под ред. В. В. Тучина. - М. : Физматлит, 2012. - 812 с. - ISBN 978-5-9221-1422-6 (рус.) : 500.00., 1 экз.
3. Свищев Георгий Михайлович. Конфокальная микроскопия и ультрамикроскопия живой клетки. - М. : Физматлит, 2011. - 120 с. - ISBN 978-5-9221-1320-5 : 115.00., 1 экз.
4. Плескова Светлана Николаевна. Атомно-силовая микроскопия в биологических и медицинских исследованиях : [учеб. пособие]. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 184 с. - ISBN 978-5-91559-108-9 : 220.00., 4 экз.
5. Ультразвук в медицине. Физические основы применения / под ред. К. Хилла, Дж. Бэмбера, Г. тер Хаар ; пер. с англ. под ред. Л. Р. Гаврилова, В. А. Хохловой и О. А. Сапожникова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2008. - 544 с. - Предм. указ.: с. 518 - 539. - ISBN 978-5-9221-0894-2 (рус.) : 160.00., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/79.pdf>.
ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,
ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,
ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,
Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,
Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими

средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 06.03.01 - Биология.

Автор(ы): Балалаева Ирина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент
Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Синицына Юлия Витальевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденеев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023 г., протокол № 2.