

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

 Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биофизика

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Мельникова Д.Л. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), melndaria@mail.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий
ПК-2	Способность к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Физические принципы методов исследования структуры и динамики биополимеров: кругового дихроизма (КД), инфракрасной (ИК) спектроскопии, статического и динамического светорассеяния, вискозиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) .

Особенности пробоподготовки и проведения измерений на биологических объектах (белки, мембраны) с сохранением их нативного состояния.

Метрологические характеристики биофизической аппаратуры, источники погрешностей и способы их минимизации.

Должен уметь:

Выбирать адекватный биофизический метод для решения конкретной исследовательской задачи (например, для определения вторичной структуры белка, оценки его термостабильности или размера частиц).

Проводить измерения на учебном или лабораторном оборудовании, реализующем методы КД, ИК-спектроскопии, вискозиметрии (под контролем преподавателя).

Обрабатывать первичные данные: определять температуру плавления (T_m) по термограммам ДСК, рассчитывать коэффициенты диффузии по данным светорассеяния, оценивать содержание α -спиралей по спектрам КД.

Представлять результаты в форме структурированных отчетов с графиками, таблицами и обоснованными выводами.

Должен владеть:

Навыками работы с базовым биофизическим оборудованием (спектрофотометры, вискозиметры);

Методиками статистической обработки экспериментальных данных с использованием стандартных пакетов (Excel, Origin).

Навыками интерпретации спектральной и калориметрической информации для оценки качества и стабильности белковых растворов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинская томография: физические принципы и приборостроение)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 33 часа(ов), в том числе лекции - 16 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 39 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение в молекулярную биофизику. Структура биополимеров. Термодинамика биологических систем.	6	2	0	2	0	0	0	10
2.	Тема 2. Физические методы исследования макромолекул	6	6	0	6	0	0	0	5
3.	Тема 3. Биофизика мембран и транспортных процессов	6	2	0	2	0	0	0	5
4.	Тема 4. Биофизика сложных систем. Взаимодействие излучений с веществом	6	4	0	4	0	0	0	10
5.	Тема 5. Математическое моделирование в биофизике	6	2	0	2	0	0	0	9
	Итого		16	0	16	0	0	0	39

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в молекулярную биофизику. Структура биополимеров. Термодинамика биологических систем.

1.1. Предмет и задачи биофизики. Уровни организации живых систем. Молекулярная биофизика как основа понимания структуры и функции биополимеров.

1.2. Аминокислоты и белки: первичная, вторичная, третичная, четвертичная структуры. Типы связей, стабилизирующих структуру. Гидрофобные взаимодействия. Конформационная подвижность

1.3. Нуклеиновые кислоты: структура ДНК и РНК, уровни организации, комплементарность. Липиды и биологические мембраны

Практическое занятие: Решение задач на определение типов вторичной структуры белка по данным спектроскопии. Расчёт параметров α -спирали и β -слоя. Анализ структурных формул аминокислот, классификация по полярности. Моделирование фрагментов белковой цепи.

Тема 2. Физические методы исследования макромолекул

2.1. Спектроскопические методы: основы электронных переходов. УФ- и видимая спектроскопия белков. Круговой дихроизм (КД) - физический принцип, связь со вторичной структурой, применение для изучения конформационных изменений.

2.2. Инфракрасная (ИК) спектроскопия биополимеров: колебательные спектры, характеристические полосы амид I и амид II, анализ вторичной структуры.

2.3. Флуоресцентная спектроскопия: собственные и присоединённые флуорофоры, тушение флуоресценции, FRET, применение для изучения динамики белков.

2.4. Методы рассеяния: статическое и динамическое светорассеяние (DLS) - теория, определение размеров частиц, гидродинамического радиуса, анализ агрегации. Рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов под малыми углами (SAXS, SANS) для изучения формы и размеров макромолекул.

2.5. Гидродинамические методы: вискозиметрия, аналитическое ультрацентрифугирование, определение молекулярной массы и формы молекул.

2.6. Калориметрические методы: дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) - термодинамика плавления белков, определение T_m , ΔH , ΔC_p ; изотермическая титрационная калориметрия (ИТК) для изучения связывания.

2.7. Масс-спектрометрия и другие методы идентификации белков.

Практические занятия:

Анализ спектров КД: определение содержания α -спиралей и β -структур по эллиптичности. Обработка экспериментальных спектров.

Интерпретация ИК-спектров белков в области амид I. Количественный анализ вторичной структуры методом деконволюции.

Обработка данных динамического светорассеяния: расчёт гидродинамического радиуса, индекса полидисперсности. Построение корреляционных функций.

Расчёт молекулярной массы по данным вискозиметрии и седиментации. Решение задач на уравнение Стокса-Эйнштейна.

Анализ термограмм ДСК: определение температуры плавления, энтальпии, оценка кооперативности перехода. Расчёт термодинамических параметров стабильности белка.

Тема 3. Биофизика мембран и транспортных процессов

3.1. Структура и динамика липидных мембран: липидный бислой, фазовые переходы, липидные рафты. Методы исследования мембран: калориметрия, флуоресцентные зонды, ЭПР-спиновые метки.

3.2. Транспорт веществ через мембраны: пассивная и облегчённая диффузия, активный транспорт, ионные каналы и насосы. Уравнение Нернста-Планка, потенциал покоя.

3.3. Биоэлектrogenез: потенциал действия, модель Ходжкина-Хаксли. Роль ионных каналов в возбудимых тканях.

Практические занятия:

Расчёт мембранного потенциала по уравнению Гольдмана. Анализ влияния ионных концентраций на потенциал покоя.

Тема 4. Биофизика сложных систем. Взаимодействие излучений с веществом

4.1. Биофизика мышечного сокращения: молекулярные механизмы, роль кальция, скольжение нитей.

4.2. Биофизика сенсорных систем: фоторецепция (зрение), механорецепция (слух). Первичные процессы трансдукции сигнала.

4.3. Взаимодействие ионизирующих и неионизирующих излучений с биологическими тканями: поглощение, дозиметрия, радиобиологические эффекты. Применение в лучевой терапии и диагностике.

Практическое занятие: Решение задач на взаимодействие излучений с веществом: расчёт ослабления рентгеновского пучка, дозы облучения.

Тема 5. Математическое моделирование в биофизике

5.1. Основы математического моделирования биологических систем: классификация моделей, этапы построения. Принципы моделирования ферментативной кинетики (модель Михаэлиса-Ментен, её вывод и анализ).

5.2. Моделирование транспортных процессов: уравнение диффузии, диффузия в ограниченных объёмах, модель проницаемости мембран.

Практическое занятие: Численное решение уравнений Михаэлиса-Ментен в MATLAB/Python. Анализ зависимости скорости реакции от концентрации субстрата.

Моделирование диффузии через мембрану методом конечных разностей. Расчёт потока вещества.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Ведущий российский научно-популярный сайт, посвященный молекулярной биологии, биофизике, медицине и биотехнологиям - <https://biomolecula.ru/>

Лекции СибГМУ по БИОФИЗИКЕ - https://elar.ssmu.ru/bitstream/20.500.12701/2242/1/tut_ssmu-2009-24.pdf

Международная база данных с огромным количеством научных статей на английском языке для глубокой проработки тем - <https://www.jstor.org/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Лекции являются основой теоретической подготовки и закладывают фундаментальное понимание физических принципов, лежащих в основе строения и функционирования биологических систем, а также методов их исследования.</p> <p>На лекциях студенты изучают: Молекулярную организацию живого: структуру и функции белков, нуклеиновых кислот, липидов; типы связей и взаимодействий, стабилизирующих биополимеры; понятие конформационной подвижности. Термодинамику и кинетику биологических процессов: открытые системы, стационарное состояние, ферментативную кинетику (модель Михаэлиса-Ментен). Физические методы исследования: принципы УФ- и видимой спектроскопии, кругового дихроизма (КД), инфракрасной (ИК) спектроскопии, флуоресцентной спектроскопии, статического и динамического светорассеяния (DLS), вискозиметрии, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов (SAXS/SANS). Биофизику мембран и транспортных процессов: структуру мембран, пассивный и активный транспорт, ионные каналы, потенциал покоя и действия.</p> <p>Рекомендации: Лекционный материал служит базой для выполнения практических заданий и подготовки к зачёту. Рекомендуется вести структурированный конспект, фиксируя не только определения и формулы, но и физический смысл явлений, логику построения методов, области их применения и ограничения. Активно использовать рекомендуемую литературу, прежде всего учебник Сердюка И., Заккаи Н., Заккаи Дж. "Методы в молекулярной биофизике", для углублённого изучения тем. Вопросы, возникшие на лекции, следует задавать преподавателю сразу или в начале следующего занятия.</p>
практические занятия	<p>Практические занятия направлены на закрепление теоретических знаний и формирование навыков обработки и интерпретации биофизических данных. Лабораторный практикум дисциплиной не предусмотрен, поэтому занятия носят расчётно-аналитический характер и проводятся с использованием реальных экспериментальных данных (спектров, термограмм, кривых рассеяния).</p> <p>На практических занятиях студенты: Решают задачи на расчёт термодинамических параметров биохимических реакций, потенциалов покоя, параметров диффузии. Анализируют спектры КД, определяют содержание α-спиралей и β-структур по эллиптичности, обрабатывают экспериментальные спектры . Интерпретируют ИК-спектры белков в области амид I и амид II. Обрабатывают данные динамического светорассеяния (DLS): рассчитывают гидродинамический радиус, индекс полидисперсности, строят корреляционные функции . Анализируют термограммы ДСК: определяют температуру плавления (T_m), энтальпию (ΔH), оценивают кооперативность перехода . Готовят научные доклады по разделам "Биофизика мышечного сокращения" и "Биофизика сенсорных систем".</p> <p>Рекомендации по подготовке к практическим занятиям: Подготовка: перед занятием необходимо изучить соответствующий раздел лекционного курса и рекомендованной литературы, повторить основные формулы и понятия. Выполнение заданий: работа выполняется в соответствии с указаниями преподавателя. Все расчёты и выводы фиксируются в рабочей тетради или оформляются в виде краткого отчёта. Защита заданий: по окончании каждой темы предполагается собеседование или защита выполненного расчётного задания, в ходе которой студент демонстрирует понимание методов и полученных результатов.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа является неотъемлемой частью освоения дисциплины и направлена на углубление и систематизацию знаний, подготовку к практическим занятиям и промежуточной аттестации. Основные виды самостоятельной работы:</p> <p>Изучение теоретического материала: проработка конспектов лекций и глав учебника (Сердюк и др., "Методы в молекулярной биофизике") по темам, вынесенным на самостоятельное изучение.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям: повторение теоретического материала, решение домашних задач, подготовка ответов на контрольные вопросы.</p> <p>Выполнение индивидуальных домашних заданий: расчётных заданий по темам "Анализ спектров КД", "Моделирование ферментативной кинетики" и др.</p> <p>Подготовка научного доклада: самостоятельный поиск и анализ литературы (не менее 5-7 источников) по выбранной теме, подготовка текста доклада и мультимедийной презентации.</p> <p>Рекомендации по организации самостоятельной работы:</p> <p>Рекомендуется распределять подготовку равномерно в течение семестра, не откладывая изучение материала и выполнение заданий на последние дни.</p> <p>При возникновении сложностей следует обращаться за консультацией к преподавателю (в часы консультаций или по электронной почте).</p> <p>Для углублённого изучения рекомендуется использовать дополнительную литературу и научные статьи, доступные в электронных библиотеках (eLibrary, PubMed).</p>
зачет	<p>Зачёт является формой итогового контроля, проводимого по результатам семестра. Он направлен на оценку уровня освоения компетенций, знаний и умений, полученных в ходе изучения дисциплины.</p> <p>Форма проведения зачёта:</p> <p>Зачёт проводится в устной форме по билетам, включающим, как правило, два теоретических вопроса и/или практическое задание. Примерный перечень вопросов доводится до сведения студентов в начале сессии.</p> <p>Подготовка к зачёту: повторение всех разделов дисциплины, изучение вопросов к зачёту.</p>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "Медицинская томография: физические принципы и приборостроение".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.04.01 Биофизика

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие для вузов / М. В. Волькенштейн. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2025. - 596 с. - ISBN 978-5-507-50794-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/465098> (дата обращения: 05.03.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Панов, М. Ф. Физические основы фотоники : учебное пособие / М. Ф. Панов, А. В. Соломонов. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 564 с. - ISBN 978-5-8114-2319-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/101835> (дата обращения: 05.03.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

Копова, Н. Н. Определение теплоёмкости неорганических солей методом ДСК : методические указания / Н. Н. Копова, Ю. И. Тарасов. - Москва : РТУ МИРЭА, 2024. - 29 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/405269> (дата обращения: 05.03.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Рамбиди, Н. Г. Структура полимеров - от молекул до наноансамблей : учебное пособие / Н. Г. Рамбиди. - Долгопрудный : Издательский Дом 'Интеллект', 2026. - 263 с. - ISBN 978-5-91559-016-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2241454> (дата обращения: 05.03.2026). - Режим доступа: по подписке.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.