

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  
\_\_\_\_\_ Турилова Е.А.  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Медицинская биофизика: молекулы и болезни

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: 2022

## 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:

основные физико-химические принципы формирования и функционирования биологических молекул (нуклеиновые кислоты, белки, липиды, углеводы);

методы исследования физико-химических изменений в биологических молекулах (ядерный магнитный резонанс, спектрофотометрия, флуоресценция, спектроскопия комбинационного рассеяния, инфракрасная спектроскопия и т.д.);

методы исследования физико-химических превращений биологических молекул в функционирующей клетке (микроэлектродные методы, изотопные методы, микроскопия: атомно-силовая микроскопия, электронная микроскопия, конфокальная микроскопия, лазерно-интерференционная микроскопия и т.д.).

Должен уметь:

понимать роль биофизики в исследовании молекулярных аспектов жизни человека и окружающей среды, использовать достижения биофизики в развитии научного и медицинского приборостроения, фармакологии и экологии

Должен владеть:

Навыками анализа научной литературы по применению новых методов диагностики; пониманием биофизических основ работы медицинского оборудования;

навыками критического отбора метода для решения конкретной структурной задачи.

### 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 - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 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	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Специфика биологических молекул	6	3	3	3	3	0	0	12
2.	Тема 2. Нуклеиновые кислоты, структура и функции.	6	3	3	3	3	0	0	12
3.	Тема 3. Биофизические методы исследования	6	6	6	6	6	0	0	12
4.	Тема 4. Биоимиджинг и функциональная диагностика	6	6	6	6	6	0	0	0
	Итого		18	18	18	18	0	0	36

**4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

**Тема 1. Специфика биологических молекул**

Физические взаимодействия в биологических молекулах (ковалентные и не ковалентные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия).

Водородные связи. Роль молекул воды для функционирования биологических молекул.

Физико-химические основы формирования пространственной структуры белков и нуклеиновых кислот; типы взаимодействий, определяющих стабильность макромолекул (водородные связи, ионные, ван-дер-ваальсовы, гидрофобные); понятие конформации и конформационных переходов.

**Тема 2. Нуклеиновые кислоты, структура и функции.**

Современную жидкостно-мозаичную модель строения мембраны; классификацию и механизмы работы ионных каналов и транспортеров (насосы, симпортеры, антипортеры); уравнение Нернста, уравнение Гольдмана-Ходжкина-Каца для потенциала покоя.

Биофизика транспорта ионов. Электро-химический потенциал. Пассивный и активный транспорт ионов; Возбудимые и не возбудимые мембраны. Распространение возбуждения в клетках.

**Тема 3. Биофизические методы исследования**

Физические основы ядерного магнитного резонанса; основы рентгеноструктурного анализа (закон Брэгга); типы микроскопии (конфокальная, АСМ)

Калориметрия (ДСК). Физические принципы дифференциальной сканирующей калориметрии; что такое термограмма, температура плавления (денатурации), энтальпия и теплоемкость перехода; применение ДСК для изучения стабильности лекарственных белков.

Механизмы генерации потенциала действия в нейронах и кардиомиоцитах; ионные токи, лежащие в основе фаз реполяризации; теория сокращения мышц (скольжение нитей); электромеханическое сопряжение.

**Тема 4. Биоимиджинг и функциональная диагностика**

Законы диффузии (Фика), Стокса; принципы аналитического ультрацентрифугирования (седиментация, флотация); метод гель-фильтрации и его связь с размером молекул; принципы вискозиметрии и электрофореза.

Физические принципы работы электрофизиологической аппаратуры (ЭКГ, ЭЭГ);

методы получения изображений (ОКТ, ультразвук);

понятие о контрастных агентах; принципы доставки лекарств и нанобиотехнологии.

**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)**

RCSB Protein Data Bank (RCSB PDB) - <https://www.rcsb.org/>

Журнал "Биофизика", который издается под руководством Отделения биологических наук РАН - <https://www.pbcras.ru/science/journals/jurnal-biofizika/>

Курс по Биофизике от преподавателей МГУ - [https://openedu.ru/program/msu/BIOPHYPROGRAMM/?session=2026\\_pr](https://openedu.ru/program/msu/BIOPHYPROGRAMM/?session=2026_pr)

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Методологическое значение лекции состоит в том, что в ней раскрываются фундаментальные теоретические основы учебной дисциплины и научные методы, с помощью которых анализируются жизненные явления. В целом можно сказать, что лекции как форме и методу обучения присущи три основные педагогические функции, которые определяют ее возможности и достоинства в учебном процессе: познавательная, развивающая и организующая.
практические занятия	Практические занятия - метод обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях. В итоге у каждого обучающегося должен быть выработан определенный профессиональный подход к решению каждой задачи.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа - это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления ученика, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Этапы самостоятельной работы: - осознание учебной задачи, которая решается с помощью данной самостоятельной работы; - ознакомление с инструкцией о её выполнении; - осуществление процесса выполнения работы; - самоанализ, самоконтроль; - проверка работ студента, выделение и разбор типичных преимуществ и ошибок.
зачет	Зачет - форма промежуточной аттестации обучающихся, направленная на проверку качества освоения учебного материала дисциплины (модуля), уровня сформированности компетенций, а также навыков самостоятельной работы. Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачета проводится по завершении изучения теоретического курса и выполнения программы практических (семинарских) и лабораторных занятий (если они предусмотрены). Цель зачета: оценка соответствия результатов обучения по дисциплине требованиям образовательного стандарта. Условие допуска: выполнение в полном объеме заданий текущего контроля успеваемости, предусмотренных РПД.

### 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 Медицинская биофизика: молекулы и болезни*

### **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: 2022

#### **Основная литература:**

Костюков, В. В. Молекулярная механика биополимеров : монография / В.В. Костюков. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 140 с. - (Научная мысль). - DOI 10.12737/1010677. - ISBN 978-5-16-014913-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2178245> (дата обращения: 20.02.2026). - Режим доступа: по подписке.

Физико-химические методы изучения биологических макромолекул. Модуль 2 : учебное пособие / Л.Я. Сатина, С.В. Чернышов, А.А Иванов [и др.] ; под ред. Ф.Ф. Литвина. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 148 с. - ISBN 978-5-16-109852-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1841642> (дата обращения: 20.02.2026)

#### **Дополнительная литература:**

Полковникова, Ю. А. Липосомальные формы ноотропных лекарственных средств : монография / Ю.А. Полковникова. - Москва : ИНФРА-М, 2023. - 193 с. - (Научная мысль). - DOI 10.12737/1959243. - ISBN 978-5-16-018288-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1959243> (дата обращения: 20.02.2026). - Режим доступа: по подписке.

Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / А.И. Жебентяев. - Москва : ИНФРА-М, 2025. - 206 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-006615-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2208352> (дата обращения: 20.02.2026). - Режим доступа: по подписке.

*Приложение 3*  
*к рабочей программе дисциплины (модуля)*  
*Б1.В.ДВ.04.01 Медицинская биофизика: молекулы и болезни*

**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: 2022

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.