

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.22.03 БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ

---

Биофизика

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

06.03.01 Биология

---

Направленность (профиль)

06.03.01 Биология

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2023

---

Красноярск 2023

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. биол. наук, доцент, Трифонов С.В.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование представлений о теоретических основах и ключевых методах биофизических исследований биологических объектов.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании у студентов системного представления об общих принципах организации живого вообще и соорганизации и самоорганизации процессов в живых организмах на основе теоретико-модельных представлений ключевых механизмов функционирования биологических систем разного иерархического уровня и инвариантных свойств структур, обеспечивающих это функционирование; методологически обоснованного расширения понятийной и терминологической базы физики для отображения специфики биологических систем; в ознакомлении студентов с основными принципами построения сначала описательных, а затем формализованных моделей биологических систем.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;</b>	
ОПК-2.1: Использует знания об основных системах жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, для выбора современных методических подходов, концепций и проблем физиологии, цитологии, биохимии, биофизики	Знать: об основных системах жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, для выбора современных методических подходов, концепций и проблем цитологии, биохимии, биофизики Уметь: выбирать современные методические подходы и концепции для решения поставленных задач в области биофизики Владеть: современными методическими подходами при решении поставленных задач в области биофизики

ОПК-2.2: Способен осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи, выявлять связи физиологического состояния	Знать: адекватные методы для решения исследовательских задач; связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды Уметь: осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи, выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами
объекта с факторами окружающей среды	окружающей среды Владеть: основными методами решения исследовательских задач
ОПК-2.3: Использует и реализует опыт применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов	Знать: основные экспериментальные методы для оценки состояния живых объектов и характеристик макромолекул Уметь: использовать и реализовывать опыт применения основных экспериментальных методов оценки состояния живых объектов и характеристик макромолекул Владеть: основными экспериментальными методами оценки состояния живых объектов и характеристик макромолекул
<b>ПК-2: Способен выполнять теоретические, полевые и экспериментальные научные исследования, осуществлять обработку, и оформление результатов исследований в рамках выбранной научной тематики в области биологии</b>	
ПК-2.1: Понимает и применяет базовые принципы теоретических основ биофизики, биохимии, биоэкологии, биоинженерии и биотехнологии	Знать: базовые принципы теоретических основ биофизики Уметь: применять базовые принципы теоретических основ биофизики для решения поставленной задачи Владеть: навыками применения базовых принципов теоретических основ биофизики для решения поставленной задачи
ПК-2.2: Способен планировать и выполнять теоретические, полевые и экспериментальные исследования, осуществлять обработку и оформление результатов исследований в рамках выбранной научной тематики	Знать: методы и средства планирования и выполнения теоретических и экспериментальных исследований в области биофизики Уметь: планировать и выполнять теоретические и экспериментальные исследования в области биофизики, осуществлять обработку и оформление результатов исследований Владеть: навыками обработки и оформления результатов исследований в рамках выбранной научной тематики
ПК-2.3: Анализирует и выбирает методы обработки и оформления результатов теоретических и экспериментальных научных исследований в области биологии	Знать: методы обработки и оформления результатов научных исследований в области биофизики Уметь: применять методы обработки и оформления результатов научных исследований в области биофизики Владеть: навыками анализа, обработки и представления результатов научных исследований в области биофизики

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=13285>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,33 (48)</b>	
занятия лекционного типа	0,89 (32)	
лабораторные работы	0,44 (16)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>0,67 (24)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Модуль 1 Биофизика сложных систем</b>									

<p>1. Тема 1.1. Введение в биофизику. Предмет и задачи биофизики. Методология биофизики. Основные вехи развития науки.</p> <p>Тема 1.2. Типы динамического поведения биологических систем. Принципы построения математических моделей биологических систем. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамики биологических процессов. Метод фазовой плоскости.</p> <p>Тема 1.3. Кинетика ферментативных реакций. Стационарная кинетика Михаэлиса-Ментен. Множественность стационарных состояний, модели триггерного типа.</p> <p>Тема 1.4. Временная иерархия и принцип «узкого места» в биологических системах. Управляющие параметры. Колебательные процессы в биологии. Гистерезисные явления. Автоколебательные процессы.</p> <p>Тема 1.5. Термодинамика и информация в биологических системах. Производство энтропии в биологических системах. Постулат Пригожина. Сопряжение химических процессов с механохимическими процессами и активным переносом через мембраны. Соотношение Онзагера. Теорема Пригожина о минимальном производстве энтропии. Устойчивость стационарных состояний.</p>	17							
---	----	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Тема 1.2. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамики биологических процессов. Метод фазовой плоскости. Тема 1.3. Стационарная кинетика Михаэлиса-Ментен. Множественность стационарных состояний, модели триггерного типа. Тема 1.4. Колебательные процессы в биологии. Гистерезисные явления. Автоколебательные процессы. Тема 1.5. Сопряжение химических процессов с механохимическими процессами и активным переносом через мембраны. Соотношение Онзагера. Устойчивость стационарных состояний.</p>					6			
<p>3. самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;</p>							14	
<p><b>2. Модуль 2 Молекулярная биофизика</b></p>								

<p>1. Тема 2.1. Пространственная организация биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий. Расчет общей конформационной энергии биополимеров.</p> <p>Тема 2.2. Динамические свойства глобулярных белков. Конформационная подвижность глобулярных белков. Типы движений в белках. Связь конформационной подвижности белков с их функциональными свойствами.</p> <p>Тема 2.3. Концепция «Белок-машина». Аналогии с небиологическими телами, применяемы к белкам. Белок как макроскопическое тело. Элементы теории машин и механизмов: типы деталей, виды простейших конструкций. Функционирование ферментов с точки зрения концепции «белок-машина».</p> <p>Тема 2.4. Экспериментальные методы изучения динамики биологических макромолекул. Метод изотопного обмена. Методы флуоресцентной спектроскопии. Резонансные методы: ЭПР, ЯМР, ЯГР. Рентгеноструктурный анализ.</p> <p>Тема 2.5. Электронные свойства биополимеров. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Модели переноса электрона. Туннельный эффект. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.</p>	9							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

2. Тема 2.1. Кооперативные свойства макромолекул. Расчет общей конформационной энергии биополимеров. Тема 2.3. Элементы теории машин и механизмов: типы деталей, виды простейших конструкций. Функционирование ферментов с точки зрения концепции «белок-машина». Тема 2.5. Модели переноса электрона. Туннельный эффект. Электронно-конформационные взаимодействия и релаксационные процессы в биоструктурах.						4		
3. самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;							4	
<b>3. Модуль 3 Биофизика мембранных процессов</b>								
1. Тема 3.1. Структура и функционирование биологических мембран. Характеристика мембранных белков, липидов. Модельные мембранные системы. Поверхностный заряд мембранных систем. Явления поляризации в мембранах. Тема 3.2. Транспорт веществ через биомембраны. Пассивный и активный транспорт веществ. Потенциал покоя. Электрогенный транспорт ионов. Ионные каналы. Потенциал действия.						4		
2. Тема 3.1. Модельные мембранные системы. Поверхностный заряд мембранных систем. Явления поляризации в мембранах. Тема 3.2. Потенциал покоя. Электрогенный транспорт ионов. Ионные каналы. Потенциал действия.						4		
3. самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;							4	
<b>4. Модуль 4 Биофизика фотобиологических процессов</b>								

1. Тема 4.1. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Первичные процессы трансформации энергии в фотосинтезе. Тема 4.2. Биоломинесценция. Явление биоломинесценции, его молекулярный механизм. Люциферин и люцифераза. Особенности биоломинесцентных реакций разных групп организмов. Применение биоломинесцентных реакций	2							
2. Тема 4.1. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Первичные процессы трансформации энергии в фотосинтезе. Тема 4.2. Люциферин и люцифераза. Особенности биоломинесцентных реакций разных групп организмов. Применение биоломинесцентных реакций.					2			
3. - самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы; - написание итоговых проектов/рефератов и их презентация.							2	
Всего	32				16		24	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Сердюк И., Заккаи Н., Заккаи Д., Сердюк И. Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика: Т. 1: учебное пособие : [в 2 томах](Москва: Университет).
2. Джаксон М. Б. Молекулярная и клеточная биофизика: пер. с англ. (Москва: Мир).
3. Сердюк И., Заккаи Н., Заккаи Дж. Методы в молекулярной биофизике : структура, функция, динамика: Т. 2: учеб. пособие : в 2 т.(Москва: Университет).
4. Плутахин Г.А., Кощаев А. Г. Биофизика: учебное пособие для студентов вузов по направлениям 111100 - "Зоотехния", 020800 - "Экология и природопользование", 110100 - "Агрохимия и агропочвоведение", 110200 - "Агрономия" и специальности 111201 - "Ветеринария"(Санкт-Петербург: Лань).
5. Блюменфельд Л. А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики: [монография](Москва: Едиториал УРСС).
6. Вернадский В. И., Яншин А. Л. Живое вещество и биосфера: монография(Москва: Наука).
7. Волькенштейн М. В. Общая биофизика: монография(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
8. Рубин А. Б. Биофизика: Т. 1: учебник для вузов по специальности "Биофизика" : в 2 т.(Москва: Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова).
9. Рубин А. Б. Биофизика: Т. 2. Биофизика клеточных процессов: учебник для вузов по специальности "Биофизика" : в 2 т.(Москва: Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова).
10. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Микроскопический подход к сложным системам: перевод с английского(Москва: Мир).
11. Финкельштейн А. В., Птицын О. Б. Физика белка: курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачами с решениями (Москва: Книжный дом "Университет").
12. Барцев С. И., Кратасюк В. А., Суковатая И. Е. Биофизика: учебно-методический комплекс [для студентов напр. 011200.62 «Физика», профилю 011200.62.07 «Биохимическая физика»](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Работа осуществляется при помощи широкого спектра лицензионных программных продуктов, закупленных по программе развития СФУ: Microsoft Office, и открытого ПО SciLab, Maxima, VMD, др., а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).

### 4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. В рамках освоения дисциплины используется одна из крупнейших информационных систем в области биологии, медицины, биофизики Национального центра биотехнологической информации (National Center for Biotechnology Information (NCBI)), США ([www.NCBI.nlm.nih.gov](http://www.NCBI.nlm.nih.gov)).
- 2.
3. БД NCBI являются достаточно сложным инструментарием с разнообразным функционалом. Ниже приведено краткое описание основных БД NCBI, которые могут быть полезны при прохождении практики и подготовке отчета. БД Nucleotide (<http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=nucleotide>) объединяет данные последовательностей нуклеиновых кислот из нескольких В рамках освоения дисциплины используется одна из крупнейших информационных систем в области биологии, медицины, биофизики Национального центра биотехнологической информации (National Center for Biotechnology Information (NCBI)), США ([www.NCBI.nlm.nih.gov](http://www.NCBI.nlm.nih.gov)).
- 4.
5. БД NCBI являются достаточно сложным инструментарием с разнообразным функционалом. Ниже приведено краткое описание основных БД NCBI, которые могут быть полезны при прохождении практики и подготовке отчета. БД Nucleotide (<http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=nucleotide>) объединяет данные последовательностей нуклеиновых кислот из нескольких исходных БД, в том числе GenBank, RefSeq и др. Данные могут быть найдены по регистрационному номеру, имени автора, наименованию организма, генома/белка, а также ряду других параметров. БД Protein (<http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=protein>) является коллекцией аминокислотных последовательностей из нескольких источников, в том числе из GenBank, RefSeq и ТРА, а также SwissProt, PIR, PRF и PDB.
- 6.
7. БД Structure (<http://www.NCBI.nlm.nih.gov/Structure/index.shtml>) организуют доступ к результатам молекулярного моделирования макромолекул и связанным с ними БД: трехмерных биомолекулярных структур полученных с помощью рентгеновской кристаллографии и ЯМР-спектроскопии; БД химических структур небольших органических молекул; к информации об их биологической активности и т. д.
- 8.
9. БД Gene (<http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=gene>) представляет собой инструмент для просмотра данных из широкого спектра геномов. Каждая запись – это один из генов определенного организма. Минимальный набор данных в гене запись включает уникальный идентификатор, т. н. Gene-ID.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации дисциплины «Биофизика» необходимое материально-техническое обеспечение включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
- компьютерный класс, укомплектованные современными компьютерами, на 15 рабочих мест с выходом в Интернет