

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра биофизики**  
**(БиоФиз\_ИФББ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра биофизики**  
**(БиоФиз\_ИФББ)**

наименование кафедры

**В.А. Кратасюк**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**БИОФИЗИКА**

Дисциплина Б1.В.05 Биофизика

Направление подготовки /  
специальность 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07  
Биохимическая физика

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07 Биохимическая физика

---

Программу  
составили

д-р физ.-мат. наук. , профессор, Барцев С.И

## 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

<b>ОПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук</b>	
Уровень 1	методы исследования, современные концепции, достижения и ограничения естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)
Уровень 1	использовать методы исследования биологических объектов
Уровень 1	представлениями о ключевых механизмах функционирования биологических систем разного иерархического уровня и инвариантных свойств структур, обеспечивающих это функционирование
<b>ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей</b>	
Уровень 1	Определение идеализаций, отображающих ключевые стороны биологической системы для построения математической модели
Уровень 1	создавать математические модели биологических объектов

Уровень 1	применения качественной теорией дифференциальных уравнений к анализу биологических систем
Уровень 2	оценивать квазистационарную скорость биологических процессов
<b>ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</b>	
Уровень 1	базовые теоретические основы общей и теоретической физики
Уровень 2	Основы размышления по аналогии, являющегося основным инструментом работы в проблемной ситуации
Уровень 1	оценивать термодинамическую осуществимость данного биологического процесса.
Уровень 1	навыками расчета квазистационарных концентраций методами графов и диаграмм , расчета термодинамических функций системы
<b>ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</b>	
Уровень 1	принципы устройства и работы современного научно-исследовательского оборудования
Уровень 1	эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ
Уровень 1	техникой безопасности при работе с научным оборудованием

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части образовательной программы.

Для успешного освоения данного курса необходимо предварительное изучение дисциплин математического и естественнонаучного цикла: «Физика», «Химия», «Основы биологии», «Теория вероятностей и математическая статистика»; профессионального цикла: «Биохимия», «Биофизический практикум».

Курс является основой для следующих дисциплин профессионального цикла по профилю 03.03.02.07 Биохимическая физика: «Биофизика сложных систем», «Гео-биофизика», «Фотобиофизика».

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		6	7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7 (252)</b>	<b>3 (108)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4 (144)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	2 (72)	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	2 (72)	1 (36)	1 (36)
практикумы			
лабораторные работы			
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Да	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Модуль 1 Биофизика сложных систем	18	18	0	18	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
2	Модуль 2 Молекулярная биофизика	18	18	0	18	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
3	Модуль 3 Биофизика мембранных процессов	18	18	0	18	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
4	Модуль 4 Биофизика фотобиологических процессов	18	18	0	18	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ПК-1
Всего		72	72	0	72	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>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.</p>	18	0	0
---	---	--	----	---	---

2	2	<p>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. 8  Резонансные методы: ЭПР, ЯМР, ЯГР.  Рентгеноструктурный анализ.</p>	18	0	0
---	---	--	----	---	---



3	3	<p>Тема 3.1. Структура и функционирование биологических мембран.  Характеристика мембранных белков, липидов. Модельные мембранные системы. Поверхностный заряд мембранных систем. Явления поляризации в мембранах.</p> <p>Тема 3.2. Транспорт веществ через биомембраны. Пассивный и активный транспорт веществ. Потенциал покоя. Электрогенный транспорт ионов. Ионные каналы. Потенциал действия.</p>	18	0	0
4	4	<p>Тема 4.1. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Первичные процессы трансформации энергии в фотосинтезе.</p> <p>Тема 4.2. Билюминесценция. Явление билюминесценции, его молекулярный механизм. Люциферин и люцифераза. Особенности билюминесцентных реакций разных групп организмов. Применение билюминесцентных реакций</p>	18	0	0
Итого			72	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	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.	18	0	0
2	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.	18	0	0

3	3	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.	18	0	0
4	4	Тема 4.1. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Первичные процессы трансформации энергии в фотосинтезе. Тема 4.2. Люциферин и люцифераза. Особенности биолюминесцентных реакций разных групп организмов. Применение биолюминесцентных реакций.	18	0	0
Всего			72	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Барцев С. И., Кратасюк В. А., Суковатая И. Е.	Биофизика: учебно-методический комплекс [для студентов напр. 011200.62 «Физика», профиля 011200.62.07 «Биохимическая физика»]	Красноярск: СФУ, 2013

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Сердюк И., Заккаи Н., Заккаи Д., Сердюк И.	Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика: Том 1: учебное пособие : [в 2 томах]	Москва: Книжный дом "Университет", 2009
Л1.2	Джаксон М. Б.	Молекулярная и клеточная биофизика: пер. с англ.	Москва: Мир, 2009
Л1.3	Сердюк И. Н., Заккаи Н., Заккаи Дж.	Методы в молекулярной биофизике : структура, функция, динамика: Т. 2: учеб. пособие : в 2 т.	Москва: Университет, 2010
Л1.4	Плутахин Г.А., Коцаев 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, 2012
Л1.5	Блюменфельд Л. А.	Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики: [монография]	Москва: Едиториал УРСС, 2010
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Вернадский В. И., Яншин А. Л.	Живое вещество и биосфера: монография	Москва: Наука, 1994
Л2.2	Волькенштейн М. В.	Общая биофизика: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978
Л2.3	Рубин А. Б.	Биофизика: Т. 1: учебник для вузов по специальности "Биофизика" : в 2 т.	Москва: Московский университет [МГУ] им. М.В. Ломоносова, 2004

Л2.4	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, 2004
Л2.5	Хакен Г.	Информация и самоорганизация: Микроскопический подход к сложным системам: перевод с английского	Москва: Мир, 1991
Л2.6	Финкельштейн А. В., Птицын О. Б.	Физика белка: курс лекций с цветными стереоскопическими иллюстрациями и задачами с решениями	Москва: Книжный дом "Университет", 2005
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Барцев С. И., Кратасюк В. А., Суковатая И. Е.	Биофизика: учебно-методический комплекс [для студентов напр. 011200.62 «Физика», профиля 011200.62.07 «Биохимическая физика»]	Красноярск: СФУ, 2013

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Биофизика [Электронный ресурс]: электрон. учебно-методическое обеспечение дисциплины [для студентов напр. подг. 06.03.01 Биология] / Сибирский федеральный университет; сост.: С.В. Трифонов – Режим доступа: <a href="https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=13285">https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=13285</a>	<a href="https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=13285">https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=13285</a>
Э2	А.В. Финкельштейн. Введение в физику белка: курс лекций 1999-2000 гг. ( <a href="http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/">http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/</a> ).	<a href="http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/">http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/</a>
Э3	Специализированный научный поисковый сервер Google. Режим доступа: <a href="http://scholar.google.com">http://scholar.google.com</a>	<a href="http://scholar.google.com">http://scholar.google.com</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам

№ п/п № раздела дисциплины Самостоятельное изучение теоретического материала по темам (з.е./часы)

1 Модуль 1. Биофизика сложных систем 0,5 (18)

2 Модуль 2. Молекулярная биофизика 0,5 (18)

3 Модуль 3. Биофизика мембранных процессов. 0,5 (18)

4 Модуль 4. Биофизика фотобиологических процессов 0,5 (18)

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	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).
-------	---

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	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 ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov">www.NCBI.nlm.nih.gov</a> ).
9.2.2	
9.2.3	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 ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=nucleotide">http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=nucleotide</a> ) 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 ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov">www.NCBI.nlm.nih.gov</a> ).
9.2.4	

9.2.5	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 ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=nucleotide">http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=nucleotide</a> ) 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 ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=protein">http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=protein</a> ) является коллекцией аминокислотных последовательностей из нескольких источников, в том числе из GenBank, RefSeq и TPA, а также SwissProt, PIR, PRF и PDB.
9.2.6	
9.2.7	БД Structure ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov/Structure/index.shtml">http://www.NCBI.nlm.nih.gov/Structure/index.shtml</a> ) 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.
9.2.8	
9.2.9	БД Gene ( <a href="http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=gene">http://www.NCBI.nlm.nih.gov/sites/Entrez?db=gene</a> ) 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.

## **10 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