

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

**Кратасюк В.А.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.01 Математическая 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

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Ознакомление с общими принципами построения математических моделей биологических систем, и использования этих моделей для решения задач биологических исследований.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины заключаются:

- в формировании у студентов системного представления об особенностях биологических систем, определяющих выбор математического аппарата для их моделирования;
- в ознакомлении с биологическими исследованиями, в которых получение и понимание результатов базировалось на математическом моделировании;
- в формировании навыков построения и анализа математических моделей биологических систем;
- в ознакомлении с методами логического анализа информационных систем и ограничениями, свойственными информационным системам различного уровня.

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	выделять существенные переменные модели биологической системы в зависимости от задач исследования
Уровень 1	навыками анализа математических моделей
<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	формализации взаимодействий, определяющих поведение биологической системы;
Уровень 1	навыками математического моделирования биологических процессов
<b>ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач</b>	
<b>ПК-2: способностью проводить научные исследования в избранной области</b>	

**экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта**

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина по выбору

Для изучения данной дисциплины необходимы знания из разделов математического анализа, линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений, качественной теории дифференциальных уравнений, биофизики.

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
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>2 (72)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	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>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</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. Методологические особенности математической биофизики.	9	9	0	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
2	Модуль 2. Принципиальные проблемы изучения жизни как явления.	9	9	0	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
3	Модуль 3. Математические методы в исследовании биологических систем.	9	9	0	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
4	Модуль 4. Информационные аспекты описания живых систем.	9	9	0	9	ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3
Всего		36	36	0	36	

#### 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. Место математической биофизики в системе наук о живом. О применимости насыщенного математикой физического подхода к исследованию живых систем. Сущностная описательная триада "структура-функция-эволюция" как источник методологического отличия биологии от других естественных наук. Роль математики в естественных науках и в науках о живом.</p> <p>Тема 1.2. Алгебраические уравнения. Исследование стационарных состояний биологических систем. Принцип Гаузе. Стехиометрические ограничения в уравнениях баланса потоков веществ в замкнутых экосистемах.</p> <p>Тема 1.3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория дифференциальных уравнений. Методы понижения сложности систем дифференциальных уравнений. Теорема Тихонова. Вопросы устойчивости динамических систем. Круги Гершгорина. Ферментативная кинетика. Метод графов и метод диаграмм в ферментативной кинетике.</p> <p>Тема 1.4. Разностные<sup>7</sup> уравнения и цепи Маркова. Простейшая модель динамики количества белка в</p>	9	0	0
---	---	--	---	---	---

2	2	<p>Тема 2.1. Проблема сложности и уникальности биологических систем. Проблема структурно-функционального соответствия. Проблема прогноза динамики и эволюции биологических систем. Нейросетевая феноменологическая модель эволюционирующей системы, обладающей функцией. Функциональная симметрия и группы Ли в сетевых моделях. Редукция сложности моделей биологических систем.</p> <p>Тема 2.2. Проблема сущности и происхождения жизни. Модели добиологической эволюции (гиперциклы Эйгена, автоген, сайзер). Концепция и модель мультивариантного олигомерного автокатализатора, как предшественника биологического метаболизма.</p> <p>Тема 2.3. Живой организм как система отображений. (M,R)-системы Розена. Организационный инвариант. О вычислимости живого. Экстремальные принципы в математической биологии.</p>	9	0	0
---	---	--	---	---	---



3	3	<p>Тема 3.1. Модели, помогающие понять принципы образования и функционирования живых систем. Законы Менделя как пример аксиоматической системы в биологии. Модель морфогенеза Вольперта и Мура. Методологические основы подхода "Artificial Life" к изучению фундаментальных свойств живого. Клеточные автоматы и игра Конвэя "Жизнь". Модель формирования разброса фенотипических признаков в популяции бактерий с идентичным генотипом.</p> <p>Тема 3.2. Модели, способствующие получению и обработке экспериментальных данных. Применение релаксационных методов и методов нестационарной кинетики для определения констант скоростей ферментативных реакций. Метод фазовых портретов в исследовании динамики сложных систем. Нейросетевые алгоритмы обработки экспериментальных данных.</p> <p>Тема 3.3. Статистические модели и распределения. Проявление механизмов формирования измеряемых показателей в статистических распределениях. О</p>	9	0	0
		9 применимости нормального распределения к описанию			

4	4	<p>Тема 4.1. Информация и ее связь с процессами управления. Общие сведения о роли информационных процессов в происхождении и существования живого. Представления о живом как естественной форме существования информационных процессов.</p> <p>Тема 4.2. Формальная иерархия систем обработки информации и соответствующих им формальных грамматик и языков. Вентильные схемы, как простейшие системы обработки информации и управления. Конечные автоматы. Проявление «автоматного» типа управления в поведении живых существ. Машины Тьюринга, Поста и нормальные алгоритмы Маркова как простейшие варианты воплощения понятия алгоритма. Тезис Тьюринга.</p> <p>Тема 4.3. Ограничения, свойственные формальным системам. Теоремы Геделя о неполноте. Проблема остановки машины Тьюринга. Теорема Райса. Мышление как выход за рамки ограничений, свойственных алгоритмическим системам.</p> <p>Тема 4.4. Жизнь, как способ существования систем, принимающих решения. Рефлексия, как признак субъектности. Модель субъекта (по Лефевру), принимающего решения, - яркая иллюстрация</p>	9	0	0
---	---	---	---	---	---

Всего		26	0	0
-------	--	----	---	---

### 3.3 Занятия семинарского 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	Тема 1.3. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория дифференциальных уравнений. Методы понижения сложности систем дифференциальных уравнений. Теорема Тихонова. Вопросы устойчивости динамических систем. Круги Гершгорина. Ферментативная кинетика. Метод графов и метод диаграмм в ферментативной кинетике. Тема 1.4. Разностные уравнения и цепи Маркова. Простейшая модель динамики количества белка в бактериальной клетке. Динамика популяций с отдельными поколениями. Разнообразие динамических режимов в простейших моделях	9	0	0
2	2	Тема 2.2. Проблема сущности и происхождения жизни. Модели добиологической эволюции (гиперциклы Эйгена, автоген, сайзер). Концепция и модель мультивариантного олигомерного автокатализатора, как предшественника биологического метаболизма.	9	0	0

3	3	Тема 3.1. Модели помогающие понять принципы образования и функционирования живых систем. Законы Менделя как пример аксиоматической системы в биологии. Модель морфогенеза Вольперта и Мура. Методологические основы подхода "Artificial Life" к изучению фундаментальных свойств живого. Клеточные автоматы и игра Конвэя "Жизнь". Модель формирования разброса фенотипических признаков в популяции бактерий с идентичным генотипом.	9	0	0
4	4	Тема 4.2. Формальная иерархия систем обработки информации и соответствующих им формальных грамматик и языков. Вентильные схемы, как простейшие системы обработки информации и управления. Конечные автоматы. Проявление «автоматного» типа управления в поведении живых существ. Машины Тьюринга, Поста и нормальные алгоритмы Маркова как простейшие варианты воплощения понятия алгоритма. Тезис Тьюринга	9	0	0
Всего			26	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					

## 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	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
Л1.2	Барцев С. И., Барцева О. Д.	Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия: монография	Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ], 2010
Л1.3	Блюменфельд Л. А.	Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики: [монография]	Москва: Едиториал УРСС, 2010
Л1.4	Волькенштейн М. В.	Биофизика: учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Джаксон М. Б.	Молекулярная и клеточная биофизика: пер. с англ.	Москва: Мир, 2009
Л2.2	Рейуорд-Смит В. Дж., Шестаков И. Г.	Теория формальных языков: ввод. курс	Москва: Радио и связь, 1988
Л2.3	Редько В. Г., Малинецкий Г. Г.	Эволюция, нейронные сети, интеллект: модели и концепции эволюционной кибернетики	Москва: URSS, 2011
Л2.4	Левич А. П.	Искусство и метод в моделировании систем: вариационные методы в экологии сообществ, структурные и экстремальные принципы, категории и функторы	Москва: Институт компьютерных исследований, 2012

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

Э1	Библиотечный сервис A-to-Z	<a href="http://atoz.ebsco.com/">http://atoz.ebsco.com/</a>
Э2	Ресурс издательства Oxford University Press	<a href="http://www.oxfordjournals.org">http://www.oxfordjournals.org</a>
Э3	Ресурс Elsevier	<a href="http://top25.sciencedirect.com">http://top25.sciencedirect.com</a>
Э4	Ресурс Издательства Springer	<a href="http://www.springerlink.com/home/main.mpx">http://www.springerlink.com/home/main.mpx</a>
Э5	Ресурс Издательства Blackwell	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>
Э6	Ресурс журнала Science	<a href="http://www.sciencemag.org/">http://www.sciencemag.org/</a>
Э7	Электронная библиотека технической литературы	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/">http://ieeexplore.ieee.org/</a>
Э8	Специализированный научный поисковый сервер SCIRUS	<a href="http://www.scirus.com/">http://www.scirus.com/</a>
Э9	Ресурс Science Direct	<a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>
Э10	Концентратор SciVerse	<a href="http://www.info.sciverse.com/">http://www.info.sciverse.com/</a>
Э11	Специализированный научный поисковый сервер Google	<a href="http://scholar.google.com">http://scholar.google.com</a>

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

### **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, Adobe Photoshop, CorelDRAW, Adobe Illustrator и др., а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).
-------	---

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

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

Для реализации дисциплины «Математическая 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.

Помимо вышеперечисленного оборудования, обучающие по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профилю 03.03.02.07 Биохимическая физика, имеют доступ к научному оборудованию лаборатории «Биолюминесцентные биотехнологии», созданной под руководством лауреата Нобелевской премии, профессора Осаму Шимомура по гранту, выделенному Сибирскому федеральному университету Правительством РФ в рамках постановления № 220 от 9 апреля 2010 г. «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования».