

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  
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ТРАЕКТОРИЯ № 1 "БИОФИЗИКА"  
БИОФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01.07 ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ТРАЕКТОРИЯ № 1 "БИОФИЗИКА"  
Биофизика сложных систем

Направление подготовки / 03.04.02 Физика магистерская программа  
специальность 03.04.02.10 Биофизика и медицинская  
инженерия

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

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 03.04.02 Физика магистерская программа 03.04.02.10

---

Биофизика и медицинская инженерия

---

Программу  
составили

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

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Данная учебная дисциплина основана на методах и результатах исследований последних десятилетий в области физики неравновесных состояний и теории динамических систем, которые оформились в отдельное направление науки, сложные системы, независимо от их природы (физическая, биологическая, социальная и т.д.). С классической точки зрения существовало резкое различие между стохастическим (случайным) и детерминированным поведением. Исследования сложных систем показывают, что в действительности существуют промежуточные формы поведения, которые связаны с особыми решениями простых детерминистских уравнений. Поэтому особое внимание отводится изучению хаотической динамики, как естественной тенденции широкого класса систем к переходу в состояния, которые обладают свойствами, как детерминистского поведения, так и непредсказуемости. Изучение дисциплины «Биофизика сложных систем» включает рассмотрение применений разработанных методов к анализу поведения систем в биологии, экологии, климатологии, химии.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Задачи изучения дисциплины заключаются в освоении основных закономерностей и механизмов поведения сложных систем разной природы, поскольку они лежат в основе многих явлений окружающего нас мира. Изучение дисциплины направлено на подготовку выпускника в области основ естественнонаучных знаний, получение высшего углубленного профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать следующими предметно-специализированными компетенциями, способствующими его социальной мобильности и устойчивости на рынке труда.

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

<b>ОПК-6: способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе</b>
---

<b>ПК-1: способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</b>
--

---

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

##### Дисциплина по выбору

Для успешного освоения предлагаемого курса в полном объеме необходимо предварительное изучение курсов «Биохимия» и «Биофизика». Курс «Биофизика сложных систем» служит основой для освоения студентами таких дисциплин, как «Современные проблемы биофизики», «Молекулярная биология и геномная инженерия» и др., а также в подготовке магистерских диссертаций.

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины .

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,78 (28)</b>	<b>0,78 (28)</b>
занятия лекционного типа	0,39 (14)	0,39 (14)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,39 (14)	0,39 (14)
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>1,22 (44)</b>	<b>1,22 (44)</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 (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. Введение в биофизику сложных систем	3	3	0	9	
2	Модуль 2. Сложные системы в природе	3	3	0	9	
3	Модуль 3. Динамические системы	2	2	0	8	
4	Модуль 4. Детерминированный хаос	2	2	0	8	
5	Модуль 5. Реконструкция динамических систем	2	2	0	10	
6	Модуль 6. Детерминированный хаос в биологических системах	2	2	0	0	
Всего		14	14	0	44	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№	№ раздела	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	-----------	----------------------	---------------------

п/п	дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Консервативные системы. Диссипативные системы.	3	0	0
2	2	Определение и характерные признаки сложных систем. Самоорганизация в физико-химических системах. Тепловая конвекция.	3	0	0
3	3	Определение динамических систем. Описание динамических систем.	2	0	0
4	4	Типы решений систем интегрируемых систем. Переходные процессы. Детерминированность, случайность, хаос. Устойчивость и неустойчивость.	2	0	0
5	5	Определение размерности вложения и реконструкция.	2	0	0
6	6	Количественные характеристики хаотических сигналов в биосистемах.	2	0	0
Всего			14	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

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

1	1	Второй закон термодинамики для открытых систем. Устойчивость и неустойчивость. Упорядоченность и корреляции.	3	0	0
2	2	Самоорганизация и сложность в биологических системах. Сложность в планетарном и космическом масштабах.	3	0	0
3	3	Аттракторы динамических систем. Диссипативные системы в многомерных фазовых пространствах.	2	0	0
4	4	Детерминированность, случайность, хаос. Детерминированный хаос. Устойчивость и неустойчивость.	2	0	0
5	5	Определение размерности аттрактора по временной последовательности.	2	0	0
6	6	Моделирование динамики сердечного ритма. Климатические аттракторы.	2	0	0
Всего			14	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	Свидерская И. В.	Биофизика сложных систем: учеб.-метод. пособие для самост. работы [для студентов спец. 010700.68.06 «Биофизика»]	Красноярск: СФУ, 2012

#### 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	Богатых Б. А.	Фрактальная природа живого. Системное исследование биологической эволюции и природы сознания	Москва: URSS, 2012
Л1.2	Тюкин И. Ю., Терехов В. А., Малинецкий Г. Г.	Адаптация в нелинейных динамических системах	Москва: URSS, 2014
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Николис Г., Пригожин И.	Познание сложного. Введение: перевод с английского	Москва: Мир, 1990
Л2.2	Колесников А. А., Веселов Г. Е., Попов А. Н., Кузьменко А. А., Погорелов М. Е., Кондратьев И. В., Колесников А. А.	Синергетические методы управления сложными системами. Энергетические системы	Москва: URSS, 2013
Л2.3	Шредер М., Данилов Ю. А., Логунов А. Р., Борисов А. В.	Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2005
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Свидерская И. В.	Биофизика сложных систем: учеб.-метод. пособие для самост. работы [для студентов спец. 010700.68.06 «Биофизика»]	Красноярск: СФУ, 2012
------	------------------	--	-----------------------

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

Э1	Специализированный научный поисковый сервер Google	<a href="http://scholar.google.com">http://scholar.google.com</a>
Э2	Ресурс Science Direct	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>

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

Для освоения курса «Биофизика сложных систем» учащимся необходимо ознакомиться с материалом всех лекций дисциплины, а также самостоятельно более детально проработать изучаемые темы, обращаясь к предлагаемому перечню основной и дополнительной учебной литературы. Результаты самостоятельной работы необходимо представить в виде презентации Power Point с выступлением не менее 1 академического часа.

### **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 Acrobat и др., а также современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).
-------	--

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

9.2.1	В рамках изучения дисциплины обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
9.2.2	– свободный доступ в сеть Интернет, в т. ч. к электронным реферативным базам данных, включающих научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей, в том числе и для российских авторов (Издательство «Лань», Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU));
9.2.3	– доступ к Freedom Collection издательства Elsevier, в которую входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины. Охват более 15000 названий журналов.

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

Необходимое для реализации дисциплины «Биофизика сложных систем» материально-техническое обеспечение включает в себя:

учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;

компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами, на 15 рабочих мест с выходом в Интернет.

Помимо этого 15 уникальных аппаратно-программных комплексов «Электронный читальный зал» Электронной библиотеки СФУ позволяют организовать регламентированный доступ к электронному образовательному и научному контенту, проведение учебных и научных семинаров, в т.ч. с использованием видеоконференций и современных интерактивных технологий.