

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

**Б1.В.12 Биофизика сложных систем**

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

---

Направленность (профиль)

03.03.02.31 Биохимическая физика

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2022

---

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

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен использовать информационные ресурсы и осуществлять обработку и анализ научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики</b>	
ПК-1.1: Использует информационные ресурсы для поиска, анализа и обработки научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики	Знать информационные ресурсы для поиска, анализа и обработки научно-технической информации в области биохимической физики Уметь осуществлять поиск, анализ и обработку научно-технической информации в области биохимической физики Владеть навыками использования информационных ресурсов для поиска, анализа и обработки научно-технической информации в области биохимической

	физики
ПК-1.2: Демонстрирует владение методами обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики	Знать методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области биохимической физики Уметь осуществлять обработку, анализ и обобщение научно-технической информации в области биохимической физики Владеть навыками обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области биохимической физики
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
УК-1.1: Осуществляет поиск, анализ информации для решения поставленной задачи	Знать методику поиска, анализа информации для решения поставленной задачи Уметь осуществлять поиск, анализ информации для решения поставленной задачи Владеть навыками сбора, анализа и обработки информации для решения поставленной задачи
УК-1.2: Осуществляет критический анализ и синтез информации для решения поставленной задачи	Знать принципы осуществления критического анализа и синтеза информации для решения поставленной задачи Уметь осуществлять критический анализ и синтез информации для решения поставленной задачи Владеть навыками критического анализа и синтеза информации для решения поставленной задачи
УК-1.3: Применяет системный подход для решения поставленных задач	Знать основы системного подхода для решения поставленных задач Уметь применять системный подход для решения поставленных задач Владеть навыками применения системного подхода для решения поставленных задач

#### 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=16418>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,89 (104)</b>	
занятия лекционного типа	1,44 (52)	
практические занятия	1,44 (52)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,11 (40)</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. Введение в биофизику сложных систем</b>									
	1. Консервативные системы. Диссипативные системы.	10							
	2. Второй закон термодинамики для открытых систем. Устойчивость и неустойчивость. Упорядоченность и корреляции.			15					
	3. Изучение литературы.							5	
<b>2. Модуль 2. Сложные системы в природе</b>									
	1. Определение и характерные признаки сложных систем. Самоорганизация в физико-химических системах. Тепловая конвекция.	10							

2. Самоорганизация и сложность в биологических системах. Сложность в планетарном и космическом масштабах.			10					
3. Изучение литературы.							9	
<b>3. Модуль 3. Динамические системы</b>								
1. Определение динамических систем. Описание динамических систем.	18							
2. Аттракторы динамических систем. Диссипативные системы в многомерных фазовых пространствах.			18					
3. Изучение литературы.							8	
<b>4. Модуль 4.</b>								
1. Типы решений систем интегрируемых систем. Переходные процессы. Детерминированность, случайность, хаос. Устойчивость и неустойчивость.	8							
2. Детерминированность, случайность, хаос. Детерминированный хаос. Устойчивость и неустойчивость.			5					
3. Изучение литературы.							8	
<b>5. Модуль 5.</b>								
1. Определение размерности вложения и реконструкция.	4							
2. Определение размерности аттрактора по временной последовательности.			2					

3. Изучение литературы.							10	
<b>6. Модуль 6.</b>								
1. Количественные характеристики хаотических сигналов в биосистемах.	2							
2. Моделирование динамики сердечного ритма. Климатические аттракторы.			2					
Всего	52		52				40	

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

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

1. Богатых Б. А. Фрактальная природа живого. Системное исследование биологической эволюции и природы сознания(Москва: URSS).
2. Тюкин И. Ю., Терехов В. А., Малинецкий Г. Г. Адаптация в нелинейных динамических системах(Москва: URSS).
3. 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).
4. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение: перевод с английского(Москва: Мир).
5. Шредер М., Данилов Ю. А., Логунов А. Р., Борисов А. В. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая(Москва: Регулярная и хаотическая динамика).
6. Свидерская И. В. Биофизика сложных систем: учеб.-метод. пособие для самост. работы [для студентов спец. 010700.68.06 «Биофизика»] (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, Adobe Acrobat и др., а также современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).

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

1. В рамках изучения дисциплины обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
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));
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.

## **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)**

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.