

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

Б1.В.10 Математическая биофизика

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

2021

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

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

должность, инициалы, фамилия

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-1: Способен использовать информационные ресурсы и осуществлять обработку и анализ научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики	
ПК-1.1: Знает основы 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 и биоинформатики Уметь: осуществлять поиск, анализ и обработку научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики Владеть: навыками использования информационных ресурсов для поиска, анализа и обработки научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики
ПК-1.2: Умеет использовать информационные ресурсы для поиска информации в области биохимической физики и биоинформатики	Знать: методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики Уметь: осуществлять обработку, анализ и обобщение научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики Владеть: навыками обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики

ПК-1.3: Владеет методами обработки, анализа и обобщения научно-технической информации в области биохимической физики и биоинформатики	
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1: Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	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: Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач	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: Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода 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=16198>.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,33 (48)	
занятия лекционного типа	0,67 (24)	
практические занятия	0,67 (24)	
Самостоятельная работа обучающихся:	0,67 (24)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	

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
1. Модуль 1. Методологические особенности математической биофизики.									

<p>1. 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 уравнения и цепи Маркова. Простейшая модель динамики количества белка в бактериальной клетке. Динамика популяций с отдельными поколениями. Разнообразие динамических режимов в простейших моделях.</p>	3							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. 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</p>			2					
<p>3. 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</p>						6		
<p>2. Модуль 2. Принципиальные проблемы изучения жизни как явления.</p>								

<p>1. 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>	3							
<p>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.</p>			4					
<p>3. 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>							3	
<p>3. Модуль 3. Математические методы в исследовании биологических систем.</p>								

<p>1. 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 применимости нормального распределения к описанию биологических показателей. Метод максимального правдоподобия и особенности статистической обработки измерений системных параметров. Распределение Парето в биологии и механизмы его формирования.</p>	9							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. 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>			9					
<p>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.</p>						6		
<p>4. Модуль 4. Информационные аспекты описания живых систем.</p>								

<p>1. 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 применения методологии физики к исследованию запредельно сложной системы – психики человека. Нейросеть, играющая в рефлексивную игру.</p>	9							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. 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>			9					
<p>3. 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>						9		
<p>Всего</p>	24		24			24		

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

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).
2. Барцев С. И., Барцева О. Д. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия: монография(Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ]).
3. Блюменфельд Л. А. Решаемые и нерешаемые проблемы биологической физики: [монография](Москва: Едиториал УРСС).
4. Волькенштейн М. В. Биофизика: учебное пособие(Санкт-Петербург: Лань).
5. Джаксон М. Б. Молекулярная и клеточная биофизика: пер. с англ. (Москва: Мир).
6. Рейуорд-Смит В. Дж., Шестаков И. Г. Теория формальных языков: ввод. курс(Москва: Радио и связь).
7. Редько В. Г., Малинецкий Г. Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: модели и концепции эволюционной кибернетики(Москва: URSS).
8. 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).

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

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

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 «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».