

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

Б1.В.ДВ.06.01 Математическая биофизика

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль)

03.03.02.07 Биохимическая физика

Форма обучения

очная

Год набора

2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

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
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	
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	выделять существенные переменные модели биологической системы в зависимости от задач исследования навыками анализа математических моделей
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	

ОПК-2: способностью использовать в профессиональной	формализации взаимодействий, определяющих поведение биологической системы; навыками математического моделирования
деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	биологических процессов
ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
ПК-2: способностью проводить научные исследования в избранной области 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 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:	2 (72)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	1 (36)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	
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
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>	9							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

<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>			9					
<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>						9		
<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>	9							
<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>			9					
<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>						9		
<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>						9		
<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							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

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			9					
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							9	
Всего	36		36				36	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Плутахин Г.А., Кощаев 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».