

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156216	Практикум "Математические модели в биологии"

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Современные проблемы математики 2. Современные проблемы компьютерных наук	<b>Код ОП</b> 1. 01.04.01/33.01 2. 02.04.01/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Математика; 2. Математика и компьютерные науки	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 01.04.01; 2. 02.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Соловьева Ольга Эдуардовна	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	вычислительной математики и компьютерных наук

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Практикум "Математические модели в биологии"

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входит одна дисциплина: Практикум «Математические модели в биологии». Курс посвящен рассмотрению практических аспектов математических проблем биологии и приложению математических методов к построению моделей живых систем на основе изучения наиболее развитых и широко принятых в научной среде современных биологических моделей и теорий. Программа охватывает широкий класс моделей: от биохимических реакций до функции органов и систем. Программа направлена на расширение представлений студентов о приложении математических знаний, а также на привлечение их к научной деятельности

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Практикум "Математические модели в биологии"	3
ИТОГО по модулю:		3

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Математическое моделирование живых систем
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Практикум "Математические модели в биологии"	ОПК-2 - Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные	З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов

	реальные или модельные эксперименты	<p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p>
	ОПК-3 - Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения</p>
	ПК-5 - Способен разрабатывать непротиворечивые и полные модели в конкретной области профессиональной деятельности, формулировать цели, задачи их исследования, выбирать обоснованные методы их анализа и изучения	<p>З-3 - Определять методики построения моделей исследуемых процессов, явлений и объектов</p> <p>З-4 - Интерпретировать результаты анализа научно-технической информации</p> <p>У-1 - Осуществлять разработку математической модели исследуемого процесса, явления или объекта</p> <p>У-2 - Применять методы и приемы формализации задач</p> <p>У-4 - Определять оптимальные методы проведения компьютерных экспериментов и наблюдений</p>

		П-2 - Иметь практический опыт сбора и анализа данных в рамках математического и компьютерного моделирования Д-1 - Демонстрировать внимательность и ответственность
--	--	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Практикум "Математические модели в**  
**биологии"**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Соловьева Ольга Эдуардовна	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	вычислительной математики и компьютерных наук

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики**

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Соловьева Ольга Эдуардовна, Профессор, вычислительной математики и компьютерных наук

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Современное состояние математической биологии в мире. Формулировка целей и задач курса, место курса в профессиональной подготовке студентов, связь с другими дисциплинами. Обзор тем, рассматриваемых в рамках курса. Демонстрация достижений математической биологии в университетах и научных учреждениях России и ведущих международных центрах. Международные программы исследований в области математической биологии и биоинформатики.
2	Методы системной биологии	Кинетика биологических процессов. Построение модели, типы моделей (имитационные, динамические, точечные, распределенные и т.д.). Временная иерархия процессов, методы декомпозиции и редукции больших систем. Примеры кинетических моделей биологических процессов. Качественные методы исследования динамической системы (в частности, системы обыкновенных дифференциальных уравнений). Понятие стационарного состояния в кинетике биологических процессов. Устойчивость стационарного состояния.  Кинетические модели, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка. Пример модели роста популяции. Экспоненциальная модель. Модель Ферхюльста в непрерывной и дискретной форме. Особенности динамики непрерывной и дискретной систем. Пример

		<p>псевдохаотических решений в дискретной модели. Учет «охоты» в динамике популяции, критические значения параметра «охоты», бифуркации.</p> <p>Кинетические модели, описываемые двумя дифференциальными уравнениями. Фазовая плоскость, фазовые траектории, изоклины, особые точки. Оценка устойчивости системы. Типы особых точек и их характеристика.</p>
3	Ферментативная кинетика	<p>Закон действующих масс при моделировании биохимических реакций. Математическая модель ферментативной реакции. Теория Михаэлиса-Ментен. Обезразмеривание системы как важный шаг исследования модели. Сингулярные системы. Метод квазистационарных решений. Теорема Тихонова. Численные методы расчета модели. Модель ферментативной реакции как пример жесткой системы. Особенности применения численных методов для интегрирования исходной, жесткой системы и псевдостационарной, нежесткой системы.</p> <p>Модели различных типов ингибирования ферментативных реакций как примеры различных видов регуляции в биологических системах. Кооперативные явления в ферментативных процессах, их моделирование. Кривая Хилла, методы оценки кинетических параметров ферментативных (биохимических) реакций.</p>
4	Триггерные системы в биологии	<p>Пример ферментативной реакции с ингибированием субстратом. Нелинейная система. Мультистационарность. Понятие о биологических триггерах. Способы переключения в триггерных системах. Зависимость решений от параметров. Понятие о бифуркациях.</p> <p>Модель Жакоба-Моно генетического триггера. Анализ системы 2-х ОДУ. Тип фазового портрета, количество стационарных решений в зависимости от параметров системы. Два устойчивых стационарных состояния и способы переключения между ними. Бифуркации.</p>
5	Модели взаимодействующих видов. Автоколебательные процессы в биологических системах	<p>Примеры автоколебаний в биологии. Условия возникновения автоколебаний. Предельные циклы. Модели динамики роста популяции, взаимодействия видов, конкуренция, симбиоз, хищник-жертва. Пример конструирования модели типа хищник-жертва, имеющей предельный цикл.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Практикум "Математические модели в биологии"**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. , Соловьева, О. Э.; Математическое моделирование живых систем : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры по направлениям подготовки 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки", 201000 "Биотехнические системы и технологии", 100900 "Прикладная математика и физика", 020400 "Биология", 011200 "Физика", по специальностям 200402 "Инженерное дело в медико-биологической практике", 230401 "Прикладная математика".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2013; <http://hdl.handle.net/10995/28064> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Романовский, Ю. М.; Математическое моделирование в биофизике. Введение в теоретическую биофизику; Ин-т компьютер. исслед., Москва; 2004 (2 экз.)
2. Рубин, А. Б.; Биофизика : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 1. Теоретическая биофизика; Книжный дом "Университет", Москва; 1999 (2 экз.)
3. , Ашихмин, В. Н., Гитман, М. Б., Келлер, И. Э., Наймарк, О. Б., Столбов, В. Ю., Трусков, В. Ю.; Введение в математическое моделирование : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 511200 - "Математика. Прикладная математика".; Логос, Москва; 2004 (9 экз.)
4. , Калиткин, Н. Н., Карпенко, Н. В., Михайлов, А. П., Тишкин, В. Ф., Чернеков, М. В.; Математические модели природы и общества : [монография].; ФИЗМАТЛИТ, Москва; 2005 (2 экз.)
5. Бэгшоу, К., Габелова, Н. А.; Мышечное сокращение; Мир, Москва; 1985 (4 экз.)
6. Рубин, А. Б.; Биофизика : Учебник для вузов: В 2 т. Т. 2. Биофизика клеточных процессов; Книжный дом "Университет", Москва; 2000 (2 экз.)
7. Ризниченко, Г. Ю.; Лекции по математическим моделям в биологии Ч. 1. Описание процессов в живых системах во времени; РХД, Москва; 2002 (1 экз.)
8. Murray, J. D.; Mathematical Biology. I : An Introduction.; Springer, Berlin; 2001 (1 экз.)
9. Murray, J. D.; Mathematical Biology. II : Spatial Models and Biomedical Applications.; Springer, New York; 2003 (1 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ, УМК-Д Математическое моделирование живых систем [http://study.urfu.ru/view/aid\\_view.aspx?AidId=11083](http://study.urfu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=11083)

Электронный образовательный ресурс «Математическое моделирование живых систем». <http://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=51>

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Зональная научная библиотека УрФУ [сайт]. URL: <http://lib.urfu.ru>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Практикум "Математические модели в биологии"

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink Google Chrome
2	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink Google Chrome
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink Google Chrome
4	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Matlab+Simulink Google Chrome

