

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

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1158330	Математическое моделирование и анализ данных в медицине и биологии

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Интеллектуальные информационные системы и технологии функциональной диагностики и нейрореабилитации 2. Интеллектуальные информационные системы и технологии в медицине	<b>Код ОП</b> 1. 09.04.02/33.02 2. 09.04.02/33.11
<b>Направление подготовки</b> 1. Информационные системы и технологии	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 09.04.02

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	Борисов Василий Ильич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаций
2	Кубланов Владимир Семенович	доктор технических наук, профессор	Профессор	радиоэлектроники и телекоммуникаций
3	Рывкин Александр Михайлович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаций

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Математическое моделирование и анализ данных в медицине и биологии

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль состоит из дисциплин: «Математическое моделирование и анализ данных в медицине и биологии» и «Методы анализа данных и статистики». Модуль «Математическое моделирование и анализ данных в медицине и биологии» разбит на две части. Первая часть нацелена на формирование у обучающихся понимания ключевых аспектов биомедицинской статистики, с указанием на ограничения основных методов, которыми пользуется современная статистика и на возможные ошибки при формулировке научных гипотез для корректного проведения научного исследования. Вторая часть модуля является принципиально мультидисциплинарной и предназначена для начального знакомства с современными направлениями исследований в прикладной математике, биофизике, биомедицинской инженерии, использующими методы математического моделирования и биоинформатики.

## 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	Математическое моделирование и анализ данных в медицине и биологии	3
2	Методы анализа данных и статистики	3
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
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
Математическое моделирование и	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить,	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа,

анализ данных в медицине и биологии	формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа.	<p>применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
Методы анализа данных и статистики	<p>ПК-2 - Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решении задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений</p> <p><b>(Интеллектуальные информационные системы и технологии в медицине)</b></p>	<p>З-3 - Сделать обзор методов математического моделирования и анализа данных</p> <p>У-1 - Определять оптимальные математические модели для решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений в зависимости от заданных условий</p> <p>У-2 - Различать особенности разработки распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений в зависимости от поставленной задачи</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт применения математического моделирования и анализа данных</p>
	<p>ПК-2 - Способен разрабатывать и применять математические модели процессов и объектов при решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений</p> <p><b>(Интеллектуальные информационные системы и технологии в медицине)</b></p>	<p>З-3 - Сделать обзор методов математического моделирования и анализа данных в медицине и биологии</p> <p>У-1 - Определять оптимальные математические модели для решения задач анализа и синтеза распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений в зависимости от заданных условий</p> <p>У-2 - Различать особенности разработки распределенных информационных систем и систем поддержки принятия решений в зависимости от поставленной задачи</p>

	<b>системы и технологии функциональной диагностики и нейрореабилитации)</b>	систем поддержки принятия решений в зависимости от поставленной задачи  П-1 - Иметь практический опыт применения математического моделирования и анализа данных
--	---	---

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Математическое моделирование и анализ**  
**данных в медицине и 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	Рывкин Александр Михайлович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаци й

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Рывкин Александр Михайлович, Доцент, радиоэлектроники и телекоммуникаций

## 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	Тема 1.	Современное состояние исследований в области математического моделирования в биологии и медицине. Математическая биология, системная биология, математическая физиология.
2	Тема 2	Методы системной биологии Методы моделирования биологических процессов и систем Методы качественного исследования системы дифференциальных уравнений
3	Тема 3.	Скалярные модели динамики численности популяций. Динамика численности популяций. Модель Ферхюльста.
4	Тема 4	Кинетика ферментативных процессов Закон действующих масс при моделировании биохимических реакций. Математическая модель

		<p>ферментативной реакции. Теория Михаэлиса-Ментен.</p> <p>Обезразмеривание системы как важный шаг исследования модели. Сингулярные системы. Метод квазистационарных решений. Теорема Тихонова.</p> <p>Численные методы расчета модели. Модель ферментативной реакции как пример жесткой системы.</p> <p>Особенности применения численных методов для интегрирования исходной, жесткой системы и псевдостационарной, нежесткой системы. 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>
5	Тема 5.	<p>Триггерные системы в биологии.</p> <p>Нелинейность. Мультистационарность. Понятие о биологических триггерах. Способы переключения в триггерных системах. Зависимость решений от параметров. Понятие о бифуркациях. Модель Жакоба Моно генетического триггера. Анализ системы 2-ОДУ.</p> <p>Два устойчивых стационарных состояния и способы переключения между ними. Бифуркации. Модель конкурирующих видов как пример популяционного триггера.</p>
6	Тема 6.	<p>Автоколебательные процессы в биологических системах.</p> <p>Примеры автоколебаний в биологии. Замкнутые орбиты в модели Лотки-Вольтерра. Центр. Негрубая система. Условия возникновения автоколебаний.</p> <p>Предельные циклы. Пример конструирования модели</p>
7	Тема 7	<p>Модели транспорта веществ через биомембраны.</p> <p>Мембраны: строение, функция. Пассивный транспорт (диффузия). Закон Фика. Облегчённая диффузия.</p> <p>Активный транспорт – клеточные насосы.</p>



8	Тема 8	Модели возбудимых сред Мембранный потенциал. Потенциал покоя. Модель мембраны как электрической цепи Потенциал действия. Модель Ходжкина-Хаксли
9	Тема 9	Математические модели ЦНС. Построение интегративных моделей, объединяющих различные уровни организации системы. Моделирование электрических явлений в ЦНС на микро- и макроуровнях. Предсказания модели и их экспериментальная верификация.

### 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

### Математическое моделирование и анализ данных в медицине и 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. Мюррей, Д. Д., Джеймс Д., Дьяконова, А. Н., Дюба, А. В., Шелякина, П. В., Ризниченко, Г. Ю.; Математическая биология Т.2. Пространственные модели и их приложения в биомедицине; Регулярная и хаотическая динамика : Ижевский институт компьютерных исследований, Москва ; Ижевск; 2011 (1 экз.)
2. Мюррей, Д. Д., Джеймс Д., Дьяконова, А. Н., Дюб, А. В., Шелякин, П. В., Ризниченко, Г. Ю.; Пространственные модели и их приложения в биомедицине : [в 2 т.]; НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Москва; 2011 (1 экз.)

### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

### 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

## 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Математическое моделирование и анализ данных в медицине и 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	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Matlab R2015a + Simulink

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет	
--	--	--	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы анализа данных и статистики**

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	Борисов Василий Ильич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	радиоэлектроники и телекоммуникаци й
2	Кубланов Владимир Семенович	доктор технических наук, профессор	Профессор	радиоэлектроники и телекоммуникаци й

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ**

Протокол № 7 от 11.10.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Борисов Василий Ильич, Доцент, радиотехники и телекоммуникаций**
- **Кубланов Владимир Семенович, Профессор, радиотехники и телекоммуникаций**

## 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 к анализу экспериментальных данных.	Введение к анализу экспериментальных данных. Понятие биологической вариабельности, понятие случайного процесса, стационарности, описание экспериментальных данных, примеры
2	Параметрические статистические методы	Параметрические статистические методы. Распределение данных, плотность вероятности, сравнение двух независимых популяций с использованием критерия Стьюдента, дисперсионный анализ для сравнения к популяции, эффект множественных сравнений, ошибки I-ого и II-ого рода
3	Анализ качественных признаков	Анализ качественных признаков Описание качественных медико-биологических признаков. Доли. Точность оценки долей. Сравнение долей. Критерий Фишера. Критерий Пирсона.
4	Непараметрические статистические	Непараметрические статистические методы. Сравнение двух выборок медико-биологических данных.

	методы	Непараметрическое множественное сравнение. Проверка на нормальность по методу хи-квадрата, Колмогорова-Смирнова.
5	Повторные измерения	Повторные измерения. Парный критерий Стьюдента для медико-биологических измерений. Вариация. Дисперсионный анализ повторных измерений. Выявление различий в повторных измерениях.
6	Анализ зависимостей	Анализ зависимостей. Уравнение регрессии. Корреляция. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Сравнение двух способов измерения: метод Бленда-Алтмана.
7	Спектральный анализ.	Спектральный анализ. Фурье-анализ. Вейвлет-преобразование
8	Методы нелинейной динамики	Методы нелинейной динамики. Странный аттрактор. Старший показатель Ляпунова. Спектр размерностей Реньи. Аппроксимированная энтропия. Показатель Херста. Многомасштабные оценки: метод максимумов модулей коэффициентов вейвлет-преобразования, метод мультифрактального детрендрованного флуктуационного анализа
9	Статистическая обработка данных в среде MATLAB	Статистическая обработка данных в среде MATLAB. написание скриптов, написание функции, обмен данными с подпрограммами, контрольные условия if и switch, контрольные циклы for и while, управление контрольными структурами.

### 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

### Методы анализа данных и статистики

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Кубланов, , В. С., Поршнева, , С. В.; Анализ биомедицинских сигналов в среде MATLAB : учебное

пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2016; <http://www.iprbookshop.ru/69577.html> (Электронное издание)

2. , Кубланов, В. С.; Биомедицинские сигналы и изображения в цифровом здравоохранении: хранение, обработка и анализ : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 09.04.02 - Информационные системы и технологии, 12.04.04 - Биотехнические системы и технологии, 27.04.03 - Системный анализ и управление.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)

#### **Печатные издания**

1. Вентцель, Е. С., Овчаров, Л. А.; Теория случайных процессов и ее инженерные приложения : учеб. пособие для студентов вузов.; КНОРУС, Москва; 2011 (1 экз.)

2. Вентцель, Е. С.; Теория вероятностей : Учебник для вузов.; Академия, Москва; 2003 (3 экз.)

3. , Гафиятуллина, О. А., Каплунова, О. А., Кондрашев, А. В., Омельченко, В. П.; Биология человека и животных для инженеров : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Биомед. техника" по специальностям "Биотехн. и мед. аппараты и системы" и "Инженер. дело в мед.-биол. практике" и направлению подгот. бакалавров и магистров "Биомед. инженерия".; Высшая школа, Москва; 2010 (12 экз.)

4. Немирко, А. П.; Математический анализ биомедицинских сигналов и данных; Физматлит, Москва; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485280> (Электронное издание)

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

#### **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**

### **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Методы анализа данных и статистики**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

<b>№ п/п</b>	<b>Виды занятий</b>	<b>Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения</b>
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Matlab R2015a + Simulink

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
2	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Matlab R2015a + Simulink