МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ

Моделирование биологических процессов и биотехнических систем

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Информационно-измерительной и биомедицинской техники**

Учебный план 12.03.04_25_00.plx
12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **2 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**4 (2.2)**		Итого	
Недель	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	32,25	32,25	32,25	32,25
Контактная работа	32,25	32,25	32,25	32,25
Сам. работа	31	31	31	31
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	72	72	72	72

г. Рязань

Программу составил(и):
д.техн.н., проф., Мельник Ольга Владимировна

Рабочая программа дисциплины
Моделирование биологических процессов и биотехнических систем

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 950)

составлена на основании учебного плана:
12.03.04 Биотехнические системы и технологии
утвержденного учёным советом вуза от 28.02.2025 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от 04.07.2025 г. № 8
Срок действия программы: 20252029 уч.г.
Зав. кафедрой Жулев Владимир Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2026 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2027 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2028 г. № __

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Информационно-измерительной и биомедицинской техники

Протокол от __ _____ 2029 г. № __

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Моделирование биологических процессов и биотехнических систем» является изучение студентами теории моделирования, системного подхода при описа-нии медико-биологических объектов, стандартных математических схем, используемых для мо-делирования различных классов объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.01
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Методы обработки биомедицинских сигналов и данных
2.2.2	Производственная практика
2.2.3	Узлы и элементы биотехнических систем
2.2.4	Цифровые устройства и системы медико-биологического назначения
2.2.5	Биотехнические системы медицинского назначения
2.2.6	Системный анализ
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2: Способен к математическому моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

ПК-2.1. Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели, элементы и процессы биотехнических систем с использованием численных методов, имитационных и объектно-ориентированных технологий

Знать
основные понятия теории моделирования, принципы и этапы моделирования, стандартные математические схемы.
методы и методики моделирования биообъектов на микро- и макроуровне; методы исследования и формализации процессов, протекающих в живых и биотехнических системах.
Уметь
применять принципы системного подхода к моделированию живых систем.
выбирать и обосновывать применение методов и методик моделирования для изучения конкретных процессов, протекающих в живых и биотехнических системах; оценивать точность и адекватность разработанных моделей; интерпретировать результаты модельных экспериментов.
Владеть
навыками построения математических моделей с использованием аналитического и имитационного подходов.
методами и программными средствами построения моделей и проведения модельных экспериментов, позволяющими изучать процессы в живых и биотехнических системах.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	основные понятия теории моделирования, принципы и этапы моделирования, стандартные математические схемы.
3.1.2	методы и методики моделирования биообъектов на микро- и макроуровне; методы исследования и формализации процессов, протекающих в живых и биотехнических системах.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	применять принципы системного подхода к моделированию живых систем.
3.2.2	выбирать и обосновывать применение методов и методик моделирования для изучения конкретных процессов, протекающих в живых и биотехнических системах; оценивать точность и адекватность разработанных моделей; интерпретировать результаты модельных экспериментов.
3.3	**Владеть:**
3.3.1	навыками построения математических моделей с использованием аналитического и имитационного подходов.
3.3.2	методами и программными средствами построения моделей и проведения модельных экспериментов, позволяющими изучать процессы в живых и биотехнических системах.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр / Курс**	**Часов**	**Компетен-ции**	**Литература**	**Форма контроля**
	Раздел 1. Изучение вопросов моделирования биологических процессов и систем					
1.1	Основные понятия теории моделирования систем /Тема/	4	0			
1.2	Основные понятия моделирования (модель, процесс, система). Классификация моделей по способу реализации. Принципы моделирования. Структура математической модели. Аналитическое и имитационное моделирование. Задачи моделирования. Свойства математических моделей. Классификация моделируемых систем. /Лек/	4	2	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.3	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.4	Этапы моделирования /Тема/	4	0			
1.5	Цели моделирования биологических процессов и систем. Особенности моделирования биологических систем. Идеализация моделируемых систем. Этапы компьютерного моделирования. Понятие концептуальной модели. Языки концептуального моделирования. Типовые математические схемы. /Лек/	4	2	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.6	Структурное моделирование сердечно-сосудистой системы /Лаб/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.7	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.8	Формализация моделей динамических систем с использованием математических схем на основе дифференциальных уравнений /Тема/	4	0			

1.9	Динамическая система: описание процесса функционирования. Понятие вектора состояний. D-схемы. Дифференциальные уравнения. Равновесие системы, оценка устойчивости равновесия. Автономные дифференциальные уравнения. Моделирование популяционной динамики. Модель Мальтуса, модель Ферхюлста. /Лек/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.10	Моделирование популяционной динамики /Лаб/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.11	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.12	Формализация моделей динамических систем с использованием математических схем на основе систем дифференциальных уравнений /Тема/	4	0			
1.13	Модели, описываемые двумя автономными дифференциальными уравнениями. Особые точки, типы особых точек. Устойчивость движения динамической системы. Обобщенная модель взаимодействия двух видов. Модели конкуренции. Модель Вольтерра-Лотка. Модель Вольтерра-Лотка с логистической поправкой. Мультистационарные системы. /Лек/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.14	Моделирование динамики взаимодействия /Лаб/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.15	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт

1.16	Формализация моделей динамических систем с использованием математических схем на основе систем массового обслуживания /Тема/	4	0			
1.17	Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Элементарный прибор обслуживания. Виды систем массового обслуживания (СМО). Понятие потока событий. Моделирование потока заявок на обслуживание. Моделирование времени обслуживания. Параметры и показатели СМО. /Лек/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.18	Моделирование работы систем массового обслуживания /Лаб/	4	4	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.19	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	7	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
	Раздел 2. Промежуточная аттестация					
2.1	Подготовка и сдача зачёта /Тема/	4	0			
2.2	Подготовка к зачёту /Зачёт/	4	8,75	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
2.3	Сдача зачёта /ИКР/	4	0,25	ПК-2.1-З ПК-2.1-У ПК-2.1-В		

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины
(см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Моделирование биологических процессов и биотехнических систем»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л1.1	Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э.	Введение в математическое моделирование : учебное пособие	Москва: Логос, 2004, 439 с.	5-94010-272-7, http://www.iprbookshop.ru/9063.html
Л1.2	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем:лабораторный практикум : Учеб.пособие для вузов	М.:Высш.шк., 1989, 80с.	5-06-000041-9, 1
Л1.3	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем.Практикум : Учеб.пособие	М.:Высш.шк., 2003, 295с.	5-06-004087-9, 1
Л1.4	Устюжанин В.А., Яковлева И.В.	Моделирование биотехнических систем : учеб. пособие	Старый Оскол: ТНТ, 2014, 216с.	978-5-94178-427-1, 1
Л1.5	Устюжанин В.А., Яковлева И.В.	Моделирование биотехнических систем : учеб. пособие	Старый Оскол: ТНТ, 2017, 216с.	978-5-94178-427-1, 1

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.1	Багаев С. Н., Бибердорф Э. А., Блохин А. М., Иванова Л. Н., Блохин А. М., Маркель А. Л.	Система кровообращения и артериальная гипертония. Биофизические и генетико-физиологические механизмы, математическое и компьютерное моделирование	Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2008, 252 с.	978-5-7692-1021-1, http://www.iprbookshop.ru/15816.html
Л2.2	Зариковская Н. В.	Математическое моделирование систем : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014, 168 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/72124.html
Л2.3	Салмина Н. Ю.	Моделирование систем. Часть I : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013, 118 с.	978-5-4332-0146-0, http://www.iprbookshop.ru/72137.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л2.4	Салмина Н. Ю.	Моделирование систем. Часть II : учебное пособие	Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013, 114 с.	978-5-4332-0147-7, http://www.iprbookshop.ru/72138.html
Л2.5	Боев В. Д., Сыпченко Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: ИНТУИТ, 2016, 525 с.	, https://e.lanbook.com/book/100623
Л2.6	Казиев В. М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	Москва: ИНТУИТ, 2016, 270 с.	5-9556-0060-4, https://e.lanbook.com/book/100674
Л2.7	Казиев В.М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем : учеб. пособие	М.: Интернет-Ун-т Информ.Технологий, 2007, 245с.	978-5-955690108-3, 978-5-94774-710-2, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/ название ЭБС
Л3.1	Мельник О.В.	Моделирование биологических процессов и систем : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2008, 32с.	, 1
Л3.2	Мельник О.В.	Прикладные программы в медико-биологической и инженерной практике : учеб. пособие	Рязань, 2008, 48с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	1. Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - http://cdo.rsreu.ru/
Э2	2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/
Э3	3. Интернет Университет Информационных Технологий: http://www.intuit.ru/
Э4	4. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: https://iprbookshop.ru/.
Э5	5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: https://www.e.lanbook.com
Э6	6. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: http://elib.rsreu.ru/
Э7	Образовательный математический сайт «Exponenta» [Электронный ресурс]. – URL: http://old.exponenta.ru
Э8	Математическая биология. Курс «Биоинформатика и математическое моделирование». Официальный сайт Г.Ю. Ризниченко [Электронный ресурс]. – URL: http://mathbio.ru

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия

Adobe Acrobat Reader	Свободное ПО
LibreOffice	Свободное ПО
Операционная система Windows XP	Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно
Mathcad University Classroom	Бессрочно. Лицензия на ПО PKG-7517-LN, SON – 2469998, SCN – 8A1365510
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (договор об информационной поддержке №1342/455-100 от 28.10.2011 г.)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1	323 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (52 посадочных мест), 1 мультимедиа проектор, 1 экран, компьютер, специализированная мебель, маркерная доска. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	325 учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, самостоятельной работы Специализированная мебель (16 посадочных мест), проектор, экран, доска для информации эмалевая многофункциональное устройство сбора данных(16шт). модуль имитации(16шт), контроллер(16шт), компьютер (17шт), с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
3	102 л учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 40 посадочных мест. Специализированная мебель ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ. Проектор, экран, доска маркерная

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Моделирование биологических процессов и биотехнических систем»)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Жулев Владимир Иванович, Заведующий кафедрой ИИБМТ	**13.10.26** 13:37 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Жулев Владимир Иванович, Заведующий кафедрой ИИБМТ	**13.10.26** 13:37 (MSK)	Простая подпись