

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
Проректор по УР
А.В. Корячко

Основы моделирования в медицине и биологии
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Информационно-измерительная и биомедицинская техника**

Учебный план 12.03.04_21_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	
Неделя	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

Основы моделирования в медицине и биологии

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 28.01.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Информационно-измерительная и биомедицинская техника

Протокол от 09.06.2022 г. № 6

Срок действия программы: 2022-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Жулев Владимир Иванович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительная и биомедицинская техника

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительная и биомедицинская техника

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Информационно-измерительная и биомедицинская техника

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

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-измерительная и биомедицинская техника

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью освоения дисциплины «Основы моделирования в медицине и биологии» является изучение студентами теории моделирования, системного подхода при описании медико-биологических объектов, стандартных математических схем, используемых для моделирования 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 и средства первичной обработки аналоговых биомедицинских сигналов	
2.2.2	Методы обработки биомедицинских сигналов и данных	
2.2.3	Производственная практика	
2.2.4	Узлы и элементы биотехнических систем	
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	
2.2.9	Цифровые устройства и системы медико-биологического назначения	

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
Уметь
Владеть

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 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 системах разного уровня.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Изучение основ моделирования в медицине и биологии					
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-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.3	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 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-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.6	Моделирование кинетики кровотока в эластичном сосуде /Лаб/	4	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.7	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.8	Моделирование в медицине и биологии с использованием 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 Ферхюльста. Разностные уравнения. Дискретные модели популяционной динамики. /Лек/	4	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт

1.10	Моделирование популяционной динамики /Лаб/	4	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.11	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.12	Моделирование в медицине и биологии с использованием 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-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.14	Моделирование динамики взаимодействия /Лаб/	4	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.15	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	6	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.16	Модельный эксперимент в медицине и биологии /Тема/	4	0			
1.17	Законы больших чисел. Статистический эксперимент. Свойства статистического эксперимента. Моделирование случайных факторов. Моделирование случайных событий. Моделирование случайных величин. Планирование модельных экспериментов. Стратегическое планирование эксперимента. Полный факторный эксперимент. Способы построения стратегического плана. Виды планов ЧФЭ. Тактическое планирование эксперимента. Формирование простой случайной выборки. Реализация плана эксперимента. Оценка качества модели: адекватности, устойчивости, чувствительности. Калибровка модели. /Лек/	4	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт

1.18	Анализ вариабельности сердечного ритма /Лаб/	4	4	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	Зачёт
1.19	Изучение лекционного материала. Подготовка к лабораторным работам /Ср/	4	7	ПК-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 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-2.1-3 ПК-2.1-У ПК-2.1-В	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
2.3	Сдача зачёта /ИКР/	4	0,25	ПК-2.1-3 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 «Основы моделирования в медицине и биологии»)

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
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.:Выш.шк., 1989, 80с.	5-06-000041-9, 1
Л1.3	Устюжанин В.А., Яковлева И.В.	Моделирование биотехнических систем : учеб. пособие	Старый Оскол: ТНТ, 2014, 216с.	978-5-94178-427-1, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.4	Устюжанин В.А., Яковлева И.В.	Моделирование биотехнических систем : учеб. пособие	Старый Оскол: ТНТ, 2017, 216с.	978-5-94178-427-1, 1
Л1.5	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем : Учебник для вузов	М.:Вышш.шк., 2001, 344с.	5-06-003860-2, 3
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 гипертензия. 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	Зариговская 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
Л2.4	Боев В. Д., Сыпченко Р. П.	Компьютерное моделирование	Москва: ИНТУИТ, 2016, 525 с.	, https://e.lanbook.com/book/100623
Л2.5	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
Л2.6	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

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Мельник О.В.	Моделирование биологических процессов и систем : метод. указ. к лаб. работам	Рязань, 2008, 32с.	, 1
ЛЗ.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	Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО «РГРТУ», режим доступа. - http://cdo.rsreu.ru/
Э2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам: http://window.edu.ru/
Э3	Интернет Университет Информационных Технологий: http://www.intuit.ru/
Э4	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	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	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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ)	Подписано заведующим кафедрой ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ, Жулев Владимир Иванович 05.10.2022 15:41 (MSK), Простая подпись Подписано заведующим выпускающей кафедрой ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ, Жулев Владимир Иванович 05.10.2022 15:41 (MSK), Простая подпись Подписано проректором по УР ФГБОУ ВО «РГРТУ», РГРТУ, Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе 12.10.2022 15:09 (MSK), Простая подпись
--	--