

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Приволжский исследовательский медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации



«29» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Название дисциплины: **«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ И
МЕДИЦИНЕ»
(ДИСЦИПЛИНА ПО ВЫБОРУ)**

Специальность: **31.05.01 «ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО»**

Квалификация: **ВРАЧ - ЛЕЧЕБНИК**

Кафедра: **МЕДИЦИНСКОЙ БИОФИЗИКИ**

Форма обучения: **ОЧНАЯ**

Трудоемкость дисциплины: **72 академических часа**

Нижний Новгород
2022

Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 31.05.01 «ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 95 от 09 февраля 2016 г.

Разработчики рабочей программы:

Другова О.В. - доцент кафедры медицинской биофизики, к.б.н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры медицинской биофизики ПИМУ «10» апреля 2022 г. (протокол № 7).

Заведующий кафедрой медицинской биофизики,

д.ф-м.н., д.б.н., профессор

«10» апреля 2022 г.



(подпись)

Иудин Д.И.



СОГЛАСОВАНО
Начальник УМУ

(подпись)

О.М. Московцева

«29» апреля 2022 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» (далее – дисциплина):

1.1. Цель освоения дисциплины: *приобретение студентами знаний и навыков, основных понятий математического и компьютерного моделирования живых систем.*

Поставленная цель реализуется через участие в формировании универсальных компетенций ОК-1.

1.2. Задачи дисциплины:

1. Изучение основных методов и подходов математического и компьютерного моделирования живых систем на различных уровнях сложности (субклеточные структуры, клетки, ткани, органы, системы органов, популяции);
2. Изучение методов анализа динамических систем, используемых для описания процессов в живых системах;
3. Практическое освоение подходов и методов анализа результатов проведения экспериментов.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

Знать:

1. основы математического моделирования живых систем;
2. методы разработки моделей живых систем.\

Уметь:

1. решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических и естественнонаучных профессиональных знаний;
2. основываясь на знании базовых моделей, различать типы динамического поведения живых систем;
3. руководить процессом разработки моделей живых систем

Владеть:

1. современными методами анализа экспериментальных данных и методами математического моделирования;
2. методами анализа данных в медико-биологических исследованиях и особенностями построения, применения и анализа математические моделей живых систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО организации.

2.1. Дисциплина «Математические модели в биологии и медицине» является дисциплиной по выбору Блока 1 ООП ВО.

Дисциплина изучается в 8 семестре/ на 4 курсе обучения.

2.2. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

1. математика
2. медицинская физика

2.3. Изучение дисциплины необходимо для знаний, умений и навыков, формируемых последующими дисциплинами:

1. Автоматизация медицинских исследований
2. Основы машинного обучения (нейронные сети)
3. Автоматизированный анализ изображений в здравоохранении

3. Результаты освоения дисциплины и индикаторы достижения компетенций.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (ОК) или/и общепрофессиональных (ОПК) или/и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1.	ОК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа Умеет: получать новые знания на основе анализа, синтеза; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта Имеет практический опыт: исследования проблемы профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и	методологию абстрактного мышления для систематизации количественных и качественных характеристик физиологического состояния организма и окружающей среды; основные понятия математического и компьютерного моделирования живых систем.	получать новые знания на основе анализа, синтеза; решать нестандартные профессиональные задачи, применяя новейшие методы математического и компьютерного моделирования живых систем.

			других методов интеллектуальной деятельности; разработки стратегии действий для решения профессиональных проблем		
--	--	--	--	--	--

4. Разделы дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении

№ п/п	Код компетенции	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1.	ОК-1	Одномерные модели	Введение. Методы моделирования биологических процессов и систем. Классификация моделей. Динамическая система и ее математическая модель. Классификация динамических систем. Геометрическая интерпретация. Фазовый и параметрический портреты. Экспоненциальные процессы с неограниченным ростом. Рост численности колонии микроорганизмов. Модель народонаселения Мальтуса. Экспоненциальные процессы с ограниченным ростом. Уравнение Ферхюльста (логистическое уравнение). Модель Гомперца (рост раковых опухолей). Модель популяции с малой плотностью. Учет внутривидовой конкуренции. Компромиссная модель. Эффект охоты. Модели с дискретным временем. Отображения как простейшие модели хаоса. Дискретные модели популяционной динамики: логистическое отображение и модель Рикера.
2.	ОК-1	Двумерные модели	Линейные системы. Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарных состояний. Классификация особых точек на фазовой плоскости. Бифуркационная диаграмма. Нелинейные системы. Нелинейные элементы и их характеристики. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность. Кинетика ферментативных процессов. Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен. Быстрые и медленные движения. Теорема Тихонова. Нелинейные эффекты в ферментативной кинетике. Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Модель генетического триггера Жакоба-Моно. Модель Лотки - Вольтерра. Модели взаимодействия двух видов. Элементарные факторы внутри- и межпопуляционных отношений. Модель взаимодействия загрязнения с окружающей средой. Математическая модель очистки сточных вод (азротек). Простейшая модель инфекционного заболевания (модель Марчука). Модель проточной культуры микроорганизмов (хеостат).
3.	ОК-1	Биологические осцилляторы	Автоколебательные процессы в химических и биологических системах. Брюсселятор. Модель реакции Белоусова – Жаботинского (орегонатор). Простейшая

			модель гликолиза (модель Хиггинса). Элементы нейродинамики. Возбудимость и рефрактерность. Нейронные сети. Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба. Модель нейрона МакКаллока-Питтса. Многослойные нейронные сети. Перцептрон. Физиологические модели нейронов. Пороговый интегратор как простейшая модель нейрона. Модель Ходжкина-Хаксли. Модель ФитцХью-Нагумо. Моделирование кардиомиоцита, фибробласта и пейсмекерной клетки. Триггерный режим (бистабильность).
4.	ОК-1	Распределенные системы	Системы типа реакция-диффузия. Процессы самоорганизации в открытых системах. Модель Тьюринга и явление морфогенеза. Динамика активных сред. Модель возбудимой среды Винера-Розенблюта.

5. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		Трудоемкость (АЧ) по семестрам
	объем в зачетных единицах (ЗЕ)	объем в академических часах (АЧ)	
Аудиторная работа, в том числе	2	72	72
Лекции (Л)	0,3	10	10
Лабораторные практикумы (ЛП)*	<i>ФГОС не предусмотрены</i>		
Практические занятия (ПЗ)	0,9	34	34
Семинары (С)	<i>ФГОС не предусмотрены</i>		
Самостоятельная работа обучающегося (СРО)	0,8	28	28
Промежуточная аттестация	<i>ФГОС не предусмотрена</i>		
зачет/экзамен (<i>указать вид</i>)			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ	2	72	72

6. Содержание дисциплины

6.1. Разделы дисциплины и виды учебной работы:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы* (в АЧ)					
		Л	ЛП	ПЗ	С	СРО	всего
1	Одномерные модели	4		12		10	26
2	Двумерные модели	2		8		6	16
3	Биологические осцилляторы	1		4		4	9
4	Распределенные системы	4		12		10	26
	ИТОГО	10		34		28	72

* - Л – лекции; ЛП – лабораторный практикум; ПЗ – практические занятия; С – семинары; СРО – самостоятельная работа обучающегося.

6.2. Тематический план видов учебной работы:

6.2.1 Тематический план лекций:

№ п/п	Наименование тем лекций	Объем в АЧ
		Семестр 8
1.	Введение. Методы моделирования биологических процессов и систем. Классификация моделей. Динамическая система и ее математическая	1

	модель. Классификация динамических систем. Геометрическая интерпретация. Фазовый и параметрический портреты.	
2.	Одномерные динамические системы. Экспоненциальные процессы с неограниченным ростом.	1
3.	Экспоненциальные процессы с ограниченным ростом. Уравнение Ферхюльста (логистическое уравнение). Модель Гомперца (рост раковых опухолей).	1
4.	Модели с дискретным временем. Отображения как простейшие модели хаоса.	1
5.	Линейные системы. Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарных состояний. Классификация особых точек на фазовой плоскости. Бифуркационная диаграмма. Нелинейные системы. Нелинейные элементы и их характеристики. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность.	1
6.	Модель Лотки - Вольтерра. Модели взаимодействия двух видов. Элементарные факторы внутри- и межпопуляционных отношений.	1
7.	Автоколебательные процессы в химических и биологических системах.	2
8.	Элементы нейродинамики. Возбудимость и рефрактерность. Нейронные сети.	1
9.	Распределенные системы. Системы типа реакция-диффузия. Процессы самоорганизации в открытых системах. Динамика активных сред.	1
	ИТОГО (всего - АЧ)	10

6.2.2. Тематический план лабораторных практикумов (в случае, если этот вид занятий предусмотрен учебным планом):

не предусмотрено ФГОСом.

6.2.3. Тематический план практических занятий:

№ п/п	Наименование тем практических занятий	Объем в АЧ
		Семестр 8
1.	Рост численности колонии микроорганизмов. Модель народонаселения Мальтуса.	4
2.	Модель популяции с малой плотностью. Учет внутривидовой конкуренции. Компромиссная модель. Эффект охоты.	4
3.	Дискретные модели популяционной динамики: логистическое отображение и модель Рикера.	2
4.	Кинетика ферментативных процессов. Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен. Быстрые и медленные движения. Теорема Тихонова. Нелинейные эффекты в ферментативной кинетике.	4
5.	Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Модель генетического триггера Жакоба-Моно.	2
6.	Модель взаимодействия загрязнения с окружающей средой. Математическая модель очистки сточных вод (аэротек). Простейшая модель инфекционного заболевания (модель Марчука). Модель проточной культуры микроорганизмов (хемостат).	6
7.	Брюсселятор. Модель реакции Белоусова – Жаботинского (орегонатор). Простейшая модель гликолиза (модель Хиггинса).	4
8.	Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба. Модель нейрона МакКаллока-Питтса. Многослойные нейронные сети. Перцептрон.	2

9.	Физиологические модели нейронов. Пороговый интегратор как простейшая модель нейрона. Модель Ходжкина-Хаксли.	2
10.	Модель ФитцХью-Нагумо. Моделирование кардиомиоцита, фибробласта и пейсмекерной клетки. Триггерный режим (бистабильность).	2
11.	Модель Тьюринга и явление морфогенеза. Модель возбудимой среды Винера-Розенблута.	2
	ИТОГО (всего - АЧ)	34

6.2.4. Тематический план семинаров (в случае, если этот вид занятий предусмотрен учебным планом):

ФГОС не предусмотрены.

6.2.5. Виды и темы самостоятельной работы обучающегося (СРО):

№ п/п	Виды и темы СРО	Объем в АЧ	
		Семестр 8	
1.	Одномерные модели. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	8	8
2.	Двумерные модели. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	10	10
3.	Биологические осцилляторы. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	6	6
4.	Распределенные системы. ДЗ, СДО, Изучение материала сайтов по темам дисциплины в сети интернет	4	4
	ИТОГО (всего - АЧ)		28

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

№ п/п	№ семестра	Формы контроля	Наименование раздела дисциплины	Оценочные средства		
				виды	кол-во контрольных вопросов	кол-во вариантов тестовых заданий
1.	8	контроль освоения темы	Одномерные модели	контрольная работа	2	10
2.	8			тестирование	8	1
3	8			собеседование	2	15

4	8	контроль освоения темы	Двумерные модели	контрольная работа	1	10
5	8	контроль освоения темы		тестирование	11	1
6	8			собеседование	2	15
7	8	контроль освоения темы	Биологические осцилляторы	устный доклад	1	15
8	8			собеседование	2	15
9	8	контроль освоения темы	Распределенные системы	устный доклад	1	15
10	8			собеседование	2	15

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (печатные, электронные издания, интернет и другие сетевые ресурсы).

8.1. Перечень основной литературы:

№	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		на кафедре	в библиотеке
1.	Ризниченко, Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Г.Ю. Ризниченко. – М.: Юрайт, 2018. – 183 с.	–	
2.	Мятлев В.Д., Панченко Л.А., Ризниченко Г.Ю., Терехин А.Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. М.: Юрайт, 2020г, 321 с.	–	

8.2. Перечень дополнительной литературы:

№	Наименование согласно библиографическим требованиям	Количество экземпляров	
		на кафедре	в библиотеке
1.	Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Москва-Ижевск:	Электронное издание	

	Регулярная и хаотическая динамика, 2011, 232 с.	
2.	Соловьева О.Э., Мархасин В.С., Кацнельсон Л.Б., Сульман Т.Б., Васильева А.Д., Курсанов А.Г. Математическое моделирование живых систем. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2013	Электронное издание
3.	Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. М.: Физматлит; 2010	Электронное издание
4.	Мюррей Дж. Математическая биология. Том 1. Введение. - М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009, 776 с.	Электронное издание

8.3. Электронные образовательные ресурсы, используемые в процессе преподавания дисциплины:

8.3.1. Внутренняя электронная библиотечная система университета (ВЭБС)

№	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
1	Внутренняя электронная библиотечная система (ВЭБС)	Труды профессорско-преподавательского состава академии: учебники и учебные пособия, монографии, сборники научных трудов, научные статьи, диссертации, авторефераты диссертаций, патенты.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://95.79.46.206/login.php	Не ограничено

8.3.2. Электронные образовательные ресурсы, приобретаемые университетом

№	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа	Количество пользователей
1	Электронная база данных «Консультант студента»	Учебная литература + дополнительные материалы (аудио-, видео-, интерактивные материалы, тестовые задания) для высшего медицинского и фармацевтического образования. Издания, структурированы по специальностям и дисциплинам в соответствии с действующими ФГОС ВПО.	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет, по индивидуальному логину и паролю [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/	Общая подписка ПИМУ
2	Электронная	Учебная и научная	с любого компьютера,	Общая

	библиотечная система «Букап»	медицинская литература российских издательств, в т.ч. переводы зарубежных изданий.	находящегося в сети Интернет по логину и паролю, с компьютеров академии. Для чтения доступны издания, на которые оформлена подписка. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.books-up.ru/	подписка ПИМУ
3	«Библиопоиск»	Интегрированный поисковый сервис «единого окна» для электронных каталогов, ЭБС и полнотекстовых баз данных. Результаты единого поиска в демоверсии включают документы из отечественных и зарубежных электронных библиотек и баз данных, доступных университету в рамках подписки, а также из баз данных открытого доступа.	Для ПИМУ открыт доступ к демоверсии поисковой системы «Библиопоиск»: http://bibliosearch.ru/pimu .	Общая подписка ПИМУ
4	Отечественные электронные периодические издания	Периодические издания медицинской тематики и по вопросам высшей школы	- с компьютеров академии на платформе электронной библиотеки eLIBRARY.RU -журналы изд-ва «Медиасфера» -с компьютеров библиотеки или предоставляются библиотекой по заявке пользователя [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/	
5	Международная наукометрическая база данных «Web of Science Core Collection»	Web of Science охватывает материалы по естественным, техническим, общественным, гуманитарным наукам; учитывает взаимное цитирование публикаций, разрабатываемых и предоставляемых компанией «Thomson Reuters»; обладает встроенными возможностями	С компьютеров ПИМУ доступ свободный [Электронный ресурс] – Доступ к ресурсу по адресу: http://apps.webofknowledge.com	С компьютеров ПИМУ доступ свободный

		поиска, анализа и управления библиографической информацией.		
--	--	---	--	--

8.3.3 Ресурсы открытого доступа

№	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика (контент)	Условия доступа
1	Федеральная электронная медицинская библиотека (ФЭМБ)	Включает электронные аналоги печатных изданий и оригинальные электронные издания, не имеющие аналогов, зафиксированных на иных носителях (диссертации, авторефераты, книги, журналы и т.д.). [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://нэб.рф/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elibrary.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет.
3	Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка	Полные тексты научных статей с аннотациями, публикуемые в научных журналах России и ближнего зарубежья. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
4	Российская государственная библиотека (РГБ)	Авторефераты, для которых имеются авторские договоры с разрешением на их открытую публикацию [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.rsl.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
5	Справочно-правовая система «Консультант Плюс»	Федеральное и региональное законодательство, судебная практика, финансовые консультации, комментарии законодательства и др. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
6	Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации	Национальные клинические рекомендации [Электронный ресурс] – Режим доступа: cr.rosminzdrav.ru -	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет

		Клинические рекомендации	
7	Официальный сайт Российского респираторного общества	Современные материалы и клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний органов дыхания [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.spulmo.ru – Российское респираторное общество	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет
8	Официальный сайт Российского научного общества терапевтов	Современные материалы и клинические рекомендации по диагностике и лечению заболеваний внутренних органов [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.rnmot.ru – Российское научное общество терапевтов	с любого компьютера, находящегося в сети Интернет

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

9.1. Перечень помещений, необходимых для проведения аудиторных занятий по дисциплине.

1. лекционные аудитории БФК (большой и малый залы);
2. - лекционная аудитория Морфологического корпуса;
3. - лекционная аудитория общежития №3;
4. - лекционная аудитория корпуса №9.

9.2. Перечень оборудования, необходимого для проведения аудиторных занятий по дисциплине.

1. Проектор мультимедийный
2. Стационарный компьютер
3. Ноутбук

10. Лист изменений в рабочей программе дисциплины « _____ »

№	Наименование	Содержание внесенных	Дата	Дата	№
---	--------------	----------------------	------	------	---

пп	раздела	изменений	внесения изменений	вступления изменений в силу	протокола, заседания кафедры, дата
1					