

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.17 Математическая биология
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль)
Медицинская биофизика
Год начала подготовки - 2022**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.17 Математическая биология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика.

Направленность (профиль): Медицинская биофизика.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
-----------	---------------------------	---------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
----------	---------------------------	---------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биоинформатики МБФ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Лагунин Алексей

Александрович

Доктор биологических наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

« _____ »

протокол от «___» _____ 20__ № _____

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: Целью изучения дисциплины является приобретение компетенций: 1. для выполнения теоретических и экспериментальных научных исследований по естественнонаучным, медико-биологическим, клиническим проблемам с использованием методов математического моделирования физиологических процессов и современных информационных технологий. 2. для разработки и внедрения новых научных, диагностических методов исследования, использующих методы математического и компьютерного моделирования физиологических процессов.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Изучение примеров использования математических моделей для решения задач в различных областях медицинской науки и практики
- Освоение практических методов компьютерной реализации математических моделей физиологических и патофизиологических процессов
- Приобретение знаний об основных принципах и методах математического моделирования процессов, происходящих в организме человека в физиологических системах различного уровня организации в норме и под воздействием терапевтических процедур

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическая биология» изучается в 5 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Высшая математика; Биология; Физиология; Биохимия; Основы информационных технологий.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

5 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать: закон сохранения массы вещества, правила построения динамических математических моделей, классификацию динамических систем, вид уравнений, описывающих различные подклассы динамических систем
	Уметь: разрабатывать и содержательно аргументировать создание конкретных математических моделей биологических процессов и систем организма
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): для разработки и аргументации стратегии исследования поведения конкретных математических моделей биологических процессов и систем организма

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			5
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		51	51
Специализированное занятие (СЗ)		30	30
Лекционное занятие (ЛЗ)		18	18
Коллоквиум (К)		3	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		54	54
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		54	54
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	108	108
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	3,00	3,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

5 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Введение. Динамические системы, понятие состояния системы. Линейные системы Фармакокинетика.			
1	ОПК-1.ИД1	Тема 1. Построение математических моделей фармакокинетики, Компьютерная реализация динамических моделей. Метод Эйлера. Компьютерная реализация однокамерной модели фармакокинетики.	Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения матери-ального баланса.
2	ОПК-1.ИД1	Тема 2. Расчет концентраций лекарственного вещества в крови при однократном внутривенном введении заданной длительности. Подбор режимов дозирования: нагрузочная доза, период для последующих введений, поддерживающая доза.	Элементы абстрактной теории систем. Определение понятий: система, входные и выходные переменные, математическая модель. Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения матери-ального баланса.
3	ОПК-1.ИД1	Тема 3. Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточ-ных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.	Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения материального баланса.
4	ОПК-1.ИД1	Тема 4. Идентификация методом подбора (с помощью компьютерной модели) индивиду-альных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	Идентификация кинетических параметров камерных моделей. Задачи фармакокинетической оптимизации режима индивидуальной лекарственной терапии.
5	ОПК-1.ИД1	Тема 5. Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моде-лей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.	Элементы абстрактной теории систем. Опре-деление понятий: система, входные и выходные переменные, математическая модель. Фундаментальный и эмпирический подходы к построению математических моделей исследуемых систем. Динамическая система, состояние, параметры модели.
6	ОПК-1.ИД1	Тема 6. Решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы.	Решение задачи Коши для линейных дифферен-циальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные харак-теристики.
7	ОПК-1.ИД1	Тема 7. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.	Камерные модели фармакокинетики. Осново-полагающие предположения. Уравнения матери-ального баланса.
8	ОПК-1.ИД1	Тема 8. Однокамерная модель однократного внутривенного введения. Модель внутримышечного или перорального введения.	Камерные модели фармакокинетики.
9	ОПК-1.ИД1	Тема 9. Уравнения модели внутримышечного или перорального введения лек. препарата. Идентификация кинетических параметров математических моделей.	Идентификация кинетических параметров камерных моделей по экспериментальным данным.
Раздел 2. Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-1.ИД1	Тема 1. Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).	Исследование поведения нелинейных систем биологической и физиологической кинетики первого порядка. Стационарные состояния и их устойчивость. Примеры из биологической кинетики популяций.
2	ОПК-1.ИД1	Тема 2. Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка. Метод фазовой плоскости. Типы состояния равновесия и корни характеристического уравнения линейного приближения в окрестности особой точки. Картина фазовых траекторий в окрестности состояния равновесия различного типа. Примеры взаимодействия популяций в природе и в организме.
3	ОПК-1.ИД1	Тема 3. Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка.	Исследование поведения нелинейных систем биологической и физиологической кинетики первого порядка. Стационарные состояния и их устойчивость. Примеры из биологической кинетики популяций.
4	ОПК-1.ИД1	Тема 4. Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка.	Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка. Метод фазовой плоскости. Типы состояния равновесия и корни характеристического уравнения линейного приближения в окрестности особой точки. Картина фазовых траекторий в окрестности состояния равновесия различного типа. Примеры взаимодействия популяций в природе и в организме.
Раздел 3. Модели физиологических процессов и систем			
1	ОПК-1.ИД1	Тема 1. Качественное и численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.
2	ОПК-1.ИД1	Тема 2. Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на размножающийся антиген.	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.
3	ОПК-1.ИД1	Тема 3. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.	Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.
4	ОПК-1.ИД1	Тема 4. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа. Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратриса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.
5	ОПК-1.ИД1	Тема 5. Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни. Граница «жизни и смерти».	Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратриса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
5 семестр							
Раздел 1. Введение. Динамические системы, понятие состояния системы. Линейные системы Фармакокинетики.							
Тема 1. Построение математических моделей фармакокинетики, Компьютерная реализация динамических моделей. Метод Эйлера. Компьютерная реализация однокамерной модели фармакокинетики.							
1	СЗ	Построение математических моделей фармакокинетики, Компьютерная реализация динамических моделей. Метод Эйлера. Компьютерная реализация однокамерной модели фармакокинетики.	3	Т		1	1
Тема 2. Расчет концентраций лекарственного вещества в крови при однократном внутривенном введении заданной длительности. Подбор режимов дозирования: нагрузочная доза, период для последующих введений, поддерживающая доза.							
2	СЗ	Расчет концентраций лекарственного вещества в крови при однократном внутривенном введении заданной длительности. Подбор режимов дозирования: нагрузочная доза, период для последующих введений, поддерживающая доза.	3	Т		1	1
Тема 3. Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.							
3	СЗ	Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.	3	Т		1	1
Тема 4. Идентификация методом подбора (с помощью компьютерной модели) индивиду-альных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.							
4	СЗ	Идентификация методом подбора (с помощью компьютерной модели) индивиду-альных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	3	Т		1	1
Тема 5. Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моде-лей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.							
5	ЛЗ	Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моде-лей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.	2	Д	1	1	1
Тема 6. Решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы.							
6	ЛЗ	Решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы.	2	Д	1	1	1
Тема 7. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.							
7	ЛЗ	Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.	2	Д	1	1	1
Тема 8. Однокамерная модель однократного внутривенного введения. Модель внутримышечного или перорального введения.							
8	ЛЗ	Однокамерная модель однократного внутривенного введения. Модель внутримышечного или перорального введения.	2	Д	1	1	1
Тема 9. Уравнения модели внутримышечного или перорального введения лек. препарата. Идентификация кинетических параметров математических моделей.							
9	ЛЗ	Уравнения модели внутримышечного или перорального введения лек. препарата. Идентификация кинетических параметров математических моделей.	2	Д	1	1	1
10	К	Коллоквиум по Разделу 1	3	Р	1	1	1
Раздел 2. Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).							

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 1. Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).							
11	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).	3	Т	1	1	1
Тема 2. Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза							
12	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т	1	1	1
13	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т	1	1	1
Тема 3. Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка.							
14	ЛЗ	Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка.	2	Д	1	1	1
Тема 4. Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка.							
15	ЛЗ	Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка.	2	Д	1	1	1
Раздел 3. Модели физиологических процессов и систем							
Тема 1. Качественное и численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.							
16	СЗ	Качественное и численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	3	Т	1	1	1
Тема 2. Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.							
17	СЗ	Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.	3	Т	1	1	1
Тема 3. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.							
18	ЛЗ	Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.	2	Д	1	1	1
Тема 4. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.							
19	ЛЗ	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.	2	Д	1	1	1
Тема 5. Численное исследование моделей взаимо-действия иммунной системы и размножа-ющегося антигена. Периодические болезни. Граница «жизни и смерти».							
20	СЗ	Численное исследование моделей взаимо-действия иммунной системы и размножа-ющегося антигена. Периодические болезни. Граница «жизни и смерти».	3	Т	1	1	1
21	3	Итоговое занятие	3	ПА		1	
		Всего в семестре	54		16	20	20
		Всего по дисциплине	54		16	20	20

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Клинико-практическое занятие	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
5 семестр	Зачет	Опрос комбинированный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

5 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Клинико-практическое занятие	КПЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	0	0	В	Т	30	20	10
Специализированное занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	10	300	В	Т	30	20	10
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	701	В	Р	701	467	234
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1001					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

5 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Примеры практических (ситуационных) задач для подготовки к промежуточной аттестации

1. Отнести предложенную систему к определенному классу по всем известным типам классификации: $dC/dt = V - a(t)*C + b*C$
2. Записать схему Эйлера для системы: $dx/dt = kx^2 + mx + n$.
3. Проведите качественное исследование модели динамики популяций на примере модели 1-ого порядка: $dx/dt = ax - k/(x+1)$.

5 семестр

Образец билета для проведения зачета

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине «Математическая биология» по программе
специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль) Медицинская биофизика

Вариант 1.

1. Модель иммунного ответа. Отличие первичного и вторичного иммунных ответов.
Толерантность к низким и высоким дозам антигена.
2. Можно ли создать условия для поддержания популяции на постоянном уровне, если ее динамика описывается следующей моделью:
 $dx/dt = q - kx$;
3. Общий план качественного исследования поведения системы 2-ого порядка.

Кафедра биоинформатики МБФ

Заведующий кафедрой
Лагунин Алексей
Александрович
Доктор биологических наук

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

прослушать и законспектировать материал соответствующей лекции

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Прослушать лекции. Выучить теоретический материал.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

Проработку материалов лекции. Решение задач по темам семинарских занятий.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка: учебно-методическое пособие, Муравьева Е. С., Райлян Ю. В., Лагунин А. А., 2024 - 2025	Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=192245.pdf&show=dcatalogues/1/5631/192245.pdf&view=true
2	Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка: учебное пособие для самостоятельной подготовки студентов к практическим занятиям, Муравьева Е. С., 2024 - 2025	Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=191993.pdf&show=dcatalogues/1/5368/191993.pdf&view=true
3	Введение в математическое моделирование патологических процессов, Балантер Б. И., Ханин М. А., Чернавский Д. С., 2024 - 2025	Модели физиологических процессов и систем	4	

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. Медицинская информатика : учебник / под общ. ред. Т. В. Зарубиной, Б. А. Кобринского. [Электронный ресурс] - 512 с. – 2018. - Режим доступа: <http://marc.rsmu.ru:8020/marcweb2/Default.asp>
2. Компьютерное моделирование для решения задач фармакокинетики. Компьютерная реализация одно- и двухкамерных фармакокинетических моделей [Электронный ресурс]: методические разработки для преподавателей к практическим занятиям.
3. Е.С. Муравьева, Ю.В. Райлян, А.А. Лагунин КАЧЕСТВЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ ПЕРВОГО ПОРЯДКА учебно-методическое пособие. М.: ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава России, 2023. – 28 с.
4. Муравьева Е.С., Лагунин А.А. Учебно-методическое пособие «Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка». М.: ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава России, 2022
5. Введение в математическое моделирование в биологии и медицине. Простейшие модели фармакокинетики (учебно-методическое пособие) Муравьева Е.С., Долотова Д.Д. ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И.Пирогова Минздрава России, 2024

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО

9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Автоматизированная образовательная среда университета
19. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
20. MS Office (Excel)
21. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Стулья , Проектор мультимедийный
2	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Доска интерактивная , Стационарный компьютер , Компьютерный стол , Стулья
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.