

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.39 Математическая биология

**для образовательной программы высшего образования - программы Специалитета
по направлению подготовки (специальности)**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)**

Биомедицина

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.39 Математическая биология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Биомедицина.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
1	Лагунин Алексей Александрович	д-р биол. наук	зав. кафедрой биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	
2	Муравьева Елена Степановна	канд. биол. наук	доцент кафедры биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № _____ от «___» _____ 20__).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись
1	Гусейн-Заде Намик Гусейнага оглы	доктор физ. -мат. наук, профессор	зав. кафедрой физики МБФ	ФГБУН ФИЦ Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт биомедицины (МБФ) (протокол № _____ от «___» _____ 20__).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. No 675 рук;
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© 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 программы дисциплины:

- 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
- Освоение практических методов компьютерной реализации математических моделей физиологических и патофизиологических процессов
- Изучение примеров использования математических моделей для решения задач в различных областях медицинской науки и практики

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическая биология» изучается в 8 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 должны освоить следующие дисциплины: Основы высшей математики; Высшая математика; Информатика; Биохимия; Иммунология; Молекулярная фармакология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика , НИР.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Семестр 8

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ОПК-1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	
ОПК-1.ИД2 Использует при необходимости методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	Знать: основные законы физики, математики, биологии; законы, необходимые для создания математических моделей
	Уметь: создавать и исследовать математические модели для решения прикладных и исследовательских задач в области биологии
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): создания и исследования математических моделей биологических систем для решения прикладных и исследовательских задач в области биологии
ОПК-4 Способен обосновывать критерии биологической и экологической безопасности, разрабатывать биологические и математические модели и методы для выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях	

<p>ОПК-4.ИД3</p> <p>Разрабатывает математические модели для выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на разных уровнях организации биологических систем.</p>	<p>Знать: законы, необходимые для построения математических моделей</p>
	<p>Уметь: строить математические модели функционирования различных биологических систем, в частности, модели для выявления рисков использования продукции био-технологических и биомедицинских производств на разных уровнях организации биологических систем</p>
	<p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками создания и исследования математических моделей функционирования различных биологических систем, в частности, моделей для выявления рисков использования продукции биотехнологических и биомедицинских производств на разных уровнях организации биологических систем</p>
<p>ОПК-8 Способен развивать новые методы и представления в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии, биоинженерии, молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины</p>	
<p>ОПК-8.ИД2 Участвует в развитии новых методов и представлений в области молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины</p>	<p>Знать: основные законы физики, математики, биологии; законы, необходимые для создания математических моделей</p>
	<p>Уметь: создавать и исследовать математические модели для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины</p>
	<p>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): создания и исследования математических моделей для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины</p>
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	

УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: основные законы физики, математики, биологии, основы физиологии, биохимии.
	Уметь: системно анализировать проблемную ситуацию, выявляя ее составляющие и связи между ними
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): анализа проблемной ситуации как системы. Опытom выявления составляющих системы, связей между ни-ми.

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
			8
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:		55	55
Лекционное занятие (ЛЗ)		10	10
Клинико-практическое занятие (КПЗ)		42	42
Коллоквиум (К)		3	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		38	38
Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	3.00	3.00

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

8 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Введение. Динамические системы, понятие состояния системы. Линейные системы Фармакокинетика.			
1	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 1. Построение математических моделей фармакокинетики, Компьютерная реализация динамических моделей. Метод Эйлера. Компьютерная реализация однокамерной модели фармакокинетики.	Камерные модели фармакокинетики. Основопологающие предположения. Уравнения матери-ального баланса.
2	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	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. Основопологающие предположения. Уравнения матери-ального баланса.

3	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	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. Основопологающие предположения. Уравнения материального баланса.
4	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	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.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 5. Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
6	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 6. ИПФ модели внутримышечного или перорального введения. Преобразование Лапласа.	Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные характеристики.

7	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3, УК-1.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 7. Вывод формул для решения задачи импульсного управления при внутримышечном введении. Моделирование на компью-тере решения задачи импульсного управления концентрацией препарата в крови и тканевой жидкости.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
8	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 8. 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.
9	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 9. 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.

10	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 10. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы. Однокамерная модель однократного внутривенного введения. Модель внутримышечного или перорального введения.	Камерные модели фармакокинетики. Основопологающие предположения. Уравнения матери-ального баланса.
Раздел 2. Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).			
1	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	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.ИД2, ОПК-4.ИД3	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.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 3. Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка. Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка.	Исследование поведения нелинейных систем биологической и физиологической кинетики пер-вого порядка. Стационарные состояния и их устойчивость. Примеры из биологической кинетики популяций.
Раздел 3. Модели физиологических процессов и систем			
1	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 1. Качественное и численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.
2	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3, ОПК-8.ИД2	Тема 2. Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.
3	ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3	Тема 3. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.	Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.
4	УК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-4.ИД3, ОПК-8.ИД2	Тема 4. Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни. Граница «жизни и смерти».	Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазо-вом 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.

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п /п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации		
					КП	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
8 семестр							
Раздел 1. Введение. Динамические системы, понятие состояния системы. Линейные системы Фармакокинетика.							
Тема 1. Построение математических моделей фармакокинетики, Компьютерная реализация динамических моделей. Метод Эйлера. Компьютерная реализация однокамерной модели фармакокинетики.							
1	КПЗ	Построение математических моделей фармакокинетики, Компьютерная реализация динамических моделей. Метод Эйлера. Компьютерная реализация однокамерной модели фармакокинетики.	3	Т			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.							
1	КПЗ	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
Тема 3. Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.							

1	КПЗ	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
---	-----	--	---	---	--	--	---

Тема 4. Идентификация методом подбора (с помощью компьютерной модели) индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.

1	КПЗ	Идентификация методом подбора (с помощью компьютерной модели) индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	3	Т			1
---	-----	---	---	---	--	--	---

Тема 5. Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.

1	КПЗ	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.	3	Т			1
---	-----	---	---	---	--	--	---

Тема 6. ИПФ модели внутримышечного или перорального введения. Преобразование Лапласа.

1	КПЗ	ИПФ модели внутримышечного или перорального введения. Преобразование Лапласа.	3	Т			1
---	-----	---	---	---	--	--	---

Тема 7. Вывод формул для решения задачи импульсного управления при внутримышечном введении. Моделирование на компьютере решения задачи импульсного управления концентрацией препарата в крови и тканевой жидкости.

1	ЛЗ	Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы. Однокамерная модель однократного внутривенного введения. Модель внутримышечного или перорального введения.	2	Д	1		
2	К	Коллоквиум по Разделу 1	3	Р		1	
Раздел 2. Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).							
Тема 1. Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).							
1	КПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).	3	Т			1
2	КПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).	3	Т			1
Тема 2. Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза							
1	КПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т			1

2	КПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т			1
Тема 3. Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка. Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка.							
1	ЛЗ	Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка. Нелинейные системы биологической кинетики второго порядка.	2	Д	1		
Раздел 3. Модели физиологических процессов и систем							
Тема 1. Качественное и численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.							
1	КПЗ	Качественное и численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	3	Т			1
Тема 2. Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.							
1	КПЗ	Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.	3	Т			1
Тема 3. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.							
1	ЛЗ	Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа.	2	Д	1		

Тема 4. Численное исследование моделей взаимо-действия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни. Граница «жизни и смерти».							
1	КПЗ	Численное исследование моделей взаимо-действия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни. Граница «жизни и смерти».	3	Т			1

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие
2	Опрос комбинированный (ОК)	Выполнение заданий в устной и письменной форме
3	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Решение практической (ситуационной) задачи

4.2. Формы проведения промежуточной аттестации

8 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Опрос комбинированный

5. Структура рейтинга по дисциплине

5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.

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.

8 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости /виды работы		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	14	308	В	Т	22	15	8
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	700	В	Р	700	467	234
Сумма баллов за семестр					1008					

5.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 8 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	600

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

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: $dx/dt = ax - k/(x+1)$.

8 семестр

Зачетный билет для проведения зачёта

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)
Зачетный билет № _____

для проведения зачета по дисциплине Б.1.О.39 Математическая биология
по программе Специалитета
по направлению подготовки (специальности) 06.05.02 Фундаментальная и прикладная
биология
направленность (профиль) Биомедицина

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.

Заведующий Лагунин Алексей Александрович
Кафедра биоинформатики МБФ

7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен
прослушать и законспектировать материал соответствующей лекции

Для подготовки к коллоквиуму обучающийся должен
Прослушать лекции. Выучить теоретический материал.

При подготовке к зачету необходимо

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета;
2. Ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
4. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
5. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает в себя

Проработку материалов лекции. Решение задач по темам семинарских занятий.

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

8.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п /п	Наименование, автор, год и место издания	Используется при изучении разделов	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурсов
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., 2023	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., 2022	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., 1980	Модели физиологических процессов и систем	4	

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

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

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

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. Microsoft Office (Word
4. Автоматизированная образовательная среда университета
5. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
6. MS Office (Excel)

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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 (модуля):

№ 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	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Стулья , Столы , Компьютер персональный , Проектор мультимедийный , Экран для проектора
2	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Компьютер персональный , Проектор мультимедийный , Экран для проектора , Компьютеры для обучающихся , Компьютерный стол , Стулья , Столы
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	Учебная мебель (столы и стулья для

	промежуточной аттестации	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.

Приложение 1
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

_____ для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) _____ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) « _____ » на _____ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____ (Протокол № _____ от « ____ » _____ 20 ____).

Заведующий _____ кафедрой _____ (подпись)
_____ (Инициалы и фамилия)

Приложение 2
к рабочей программе
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Контроль присутствия	Присутствие	КП
Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК
Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Клинико-практическое занятие	Клинико-практическое	КПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА