

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.18 Математическая биология
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.03 Медицинская кибернетика
направленность (профиль)
Медицинская информатика
Год начала подготовки - 2021**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.18 Математическая биология (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Направленность (профиль): Медицинская информатика.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
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 рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
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 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 30.05.03 Медицинская кибернетика, 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 7, 8 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Высшая математика; Биология; Теоретические основы кибернетики; Физиология; Биохимия; Информатика, основы программирования; Общая патология: патологическая анатомия, патофизиология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Практика по созданию физиологических моделей.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

7 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.ИД3 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
ОПК-1.ИД3 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
ПК-10 Способен использовать методы математического моделирования для описания и исследования органов и систем организма, патологических и эпидемиологических процессов	
ПК-10.ИД1 Строит и верифицирует математические модели изучаемых объектов на основе медико-биологических исследований и данных литературы.	Знать: закон сохранения массы вещества, правила построения динамических математических моделей, вид уравнений, описывающих различные подклассы динамических систем
	Уметь: строить линейные и нелинейные математические модели кинетики и транспорта веществ в организме, кинетики клеточных популяций, а также основных систем организма человека
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): математического моделирования транспорта лекарственных веществ, кинетики популяций, ферментативной кинетики и основных систем организма человека; анализа физиологических процессов и состояний с использованием известных моделей систем организма; исследования патологических и эпидемиологических процессов
ПК-10.ИД1 Строит и верифицирует математические модели изучаемых объектов на основе медико-биологических исследований и данных литературы.	Знать: закон сохранения массы вещества, правила построения динамических математических моделей, вид уравнений, описывающих различные подклассы динамических систем
	Уметь: строить линейные и нелинейные математические модели кинетики и транспорта веществ в организме, кинетики клеточных популяций, а также основных систем организма человека
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): математического моделирования транспорта лекарственных веществ, кинетики популяций, ферментативной кинетики и основных систем организма человека; анализа физиологических процессов и состояний с использованием известных моделей систем организма; исследования патологических и эпидемиологических процессов

8 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	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1.ИД3 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
ПК-10 Способен использовать методы математического моделирования для описания и исследования органов и систем организма, патологических и эпидемиологических процессов	
ПК-10.ИД1 Строит и верифицирует математические модели изучаемых объектов на основе медико-биологических исследований и данных литературы.	Знать: закон сохранения массы вещества, правила построения динамических математических моделей, вид уравнений, описывающих различные подклассы динамических систем
	Уметь: строить линейные и нелинейные математические модели кинетики и транспорта веществ в организме, кинетики клеточных популяций, а также основных систем организма человека
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): математического моделирования транспорта лекарственных веществ, кинетики популяций, ферментативной кинетики и основных систем организма человека; анализа физиологических процессов и состояний с использованием известных моделей систем организма; исследования патологических и эпидемиологических процессов
ПК-10.ИД1 Строит и верифицирует математические модели изучаемых объектов на основе медико-биологических исследований и данных литературы.	Знать: закон сохранения массы вещества, правила построения динамических математических моделей, вид уравнений, описывающих различные подклассы динамических систем
	Уметь: строить линейные и нелинейные математические модели кинетики и транспорта веществ в организме, кинетики клеточных популяций, а также основных систем организма человека
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): математического моделирования транспорта лекарственных веществ, кинетики популяций, ферментативной кинетики и основных систем организма человека; анализа физиологических процессов и состояний с использованием известных моделей систем организма; исследования патологических и эпидемиологических процессов
ПК-10.ИД2 Применяет математические модели для исследования свойств, оценки состояния, динамики поведения объектов исследования в медицине и биологии	Знать: основные принципы и методы математического моделирования и реализации моделей на персональном компьютере
	Уметь: находить решения для линейных моделей аналитическим и численным методами; идентифицировать параметры моделей по экспериментальным данным или результатам клинического исследования; проводить качественное исследование поведения нелинейных моделей
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами построения математических моделей основных биологических процессов и систем организма человека, анализа физиологических процессов и состояний с использованием известных моделей систем организма; реализации математических моделей на персональном компьютере
ПК-10.ИД2 Применяет математические модели для исследования свойств, оценки состояния, динамики поведения объектов исследования в медицине и биологии	Знать: основные принципы и методы математического моделирования и реализации моделей на персональном компьютере
	Уметь: находить решения для линейных моделей аналитическим и численным методами; идентифицировать параметры моделей по экспериментальным данным или результатам клинического исследования; проводить качественное исследование поведения нелинейных моделей
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): методами построения математических моделей основных биологических процессов и систем организма человека, анализа физиологических процессов и состояний с использованием известных моделей систем организма; реализации математических моделей на персональном компьютере
ПК-11 Способен проводить анализ результатов OMICs технологий с использованием методов математической биологии и биоинформатики для поиска новых лекарственных мишеней и биомаркеров, научных и клинических исследований	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-11.ИД2 Применяет методы биоинформатики и математической биологии для выявления новых лекарственных мишеней и биомаркеров на основе OMICS данных.	Знать: методы моделирования ферментативных реакций
	Уметь: находить ключевые элементы метаболических путей, создавать математические модели ферментативных реакций и находить их решение
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с современными программными средствами, позволяющими проводить моделирование ферментативных и сигнальных путей

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	
			7	8
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		141	69	72
Специализированное занятие (СЗ)		93	48	45
Семинарское занятие (СЗ)		3	0	3
Лекционное занятие (ЛЗ)		36	18	18
Коллоквиум (К)		9	3	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		72	36	36
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		72	36	36
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		12	3	9
Экзамен (Э)**		9	0	9
Зачет (З)*		3	3	0
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		27	0	27
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	252	108	144
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	7,00	3,00	4,00

* 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.

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

7 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.ИДЗ, ОПК-1.ИДЗ	Тема 1. Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.	Элементы абстрактной теории систем. Определение понятий: система, входные и выходные переменные, математическая модель. Фундаментальный и эмпирический подходы к построению математических моделей исследуемых систем. Динамическая система, состояние, параметры модели.
2	ОПК-1.ИДЗ	Тема 2. Переменные состояния, динамические системы и их математические модели. Матричная алгебра	Динамическая система, состояние системы, параметры модели.
3	ОПК-1.ИДЗ	Тема 3. Уравнения модели внутримышечного или перорального введения. Камерные модели фармакокинетики.	Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения материального баланса
4	ОПК-1.ИДЗ	Тема 4. Точное решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Основные формулы таблицы преобразований Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные характеристики.
5	ОПК-1.ИДЗ	Тема 5. Точное решение задачи Коши для однокамерной модели однократного внутривенного введения.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
6	ОПК-1.ИДЗ	Тема 6. Точное решение задачи Коши для двухкамерной модели внутримышечного или перорального введения. Применение импульсной переходной функций для компьютерной оптимизации лекарственной терапии.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
7	ОПК-1.ИДЗ	Тема 7. Идентификация кинетических параметров камерных моделей.	Идентификация параметров выходных фармакокинетических кривых и кинетических параметров камерных моделей по результатам регистрации импульсной переходной функции фармакокинетической системы.
8	ОПК-1.ИДЗ	Тема 8. Расчет концентраций лекарственного вещества в крови при однократном внутривенном введении заданной длительности. Подбор режимов дозирования: нагрузочная доза, период для последующих введений, поддерживающая доза.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
9	ОПК-1.ИДЗ	Тема 9. Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
10	ОПК-1.ИДЗ	Тема 10. Идентификация методом переменных направлений индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	Идентификация параметров выходных фармакокинетических кривых и кинетических параметров камерных моделей по результатам регистрации выходной функции фармакокинетической системы.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
11	ОПК-1.ИДЗ	Тема 11. Преобразование Лапласа. Вывод формул таблицы преобразований Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные характеристики.
12	ОПК-1.ИДЗ	Тема 12. Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи импульсного управления однокамерной моделью фармакокинетики.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
13	ОПК-1.ИДЗ	Тема 13. Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи управления однокамерной моделью фармакокинетики с помощью единичной ступенчатой функции.	Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях. Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
14	ОПК-1.ИДЗ	Тема 14. Вывод формул для решения задачи импульсного управления двухкамерной моделью фармакокинетики.	Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях. Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
15	ОПК-1.ИДЗ, ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД1	Тема 15. Физиологически обоснованная фармакокинетика (РВРК-моделирование)	Физиологически обоснованная фармакокинетика. Особенности и преимущества перед классическим моделированием фармакокинетики
16	ОПК-1.ИДЗ, ПК-10.ИД1	Тема 16. Передаточная функция и ИПФ системы. Их поиск по заданным дифференциальным уравнениям.	Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях.
17	ОПК-1.ИДЗ	Тема 17. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения материального баланса.
18	ОПК-1.ИДЗ	Тема 18. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения материального баланса. Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений
Раздел 2. Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).			
1	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2, ОПК-1.ИДЗ	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	ПК-10.ИД2, ПК-10.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	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	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	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 4. Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния.	Нелинейные системы 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.
5	ПК-11.ИД2	Тема 5. Качественное исследование динамики ферментативных процессов.	Простейшие ферментативные процессы.
6	ПК-11.ИД2	Тема 6. Численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	Простейшие ферментативные процессы. Определяющее звено в неразветвленной и разветвленной цепях ферментативных реакций.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
7	ПК-11.ИД2	Тема 7. Поведение систем ферментативной кинетики. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.	Простейшие ферментативные процессы.
8	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2, ПК-11.ИД2	Тема 8. Расчет выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.	Изменение выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.

8 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.ИД3, ОПК-1.ИД3	Тема 1. Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моделей. 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.
2	ОПК-1.ИД3	Тема 2. Переменные состояния, динамические системы и их математические модели. Матричная алгебра	Динамическая система, состояние системы , параметры модели.
3	ОПК-1.ИД3	Тема 3. Уравнения модели внутримышечного или перорального введения. Камерные модели фармакокинетики.	Камерные модели фармакокинетики. Основополагающие предположения. Уравнения матери-ального баланса
4	ОПК-1.ИД3	Тема 4. Точное решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Основные формулы таблицы преобразований Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные характеристики.
5	ОПК-1.ИД3	Тема 5. Точное решение задачи Коши для однокамерной модели однократного внутривенного введения.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
6	ОПК-1.ИД3	Тема 6. Точное решение задачи Коши для двухкамерной модели внутримышечного или перорального введения. Применение импульсной переходной функций для компьютерной оптимизации лекарственной терапии.	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
7	ОПК-1.ИД3	Тема 7. Идентификация кинетических параметров камерных моделей.	Идентификация параметров выходных фармакокинетических кривых и кинетических пара-метров камерных моделей по результатам регистрации импульсной переходной функции фармакокинетической системы.
8	ОПК-1.ИД3	Тема 8. Расчет концентраций лекарственного вещества в крови при однократном внутривенном введении заданной длительности. Подбор режимов дозирования: нагрузочная доза, период для последующих введений, поддерживающая доза.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воз-действия.
9	ОПК-1.ИД3	Тема 9. Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
10	ОПК-1.ИДЗ	Тема 10. Идентификация методом переменных направлений индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	Идентификация параметров выходных фармакокинетических кривых и кинетических параметров камерных моделей по результатам регистрации выходной функции фармакокинетической системы.
11	ОПК-1.ИДЗ	Тема 11. Преобразование Лапласа. Вывод формул таблицы преобразований Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа	Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные характеристики.
12	ОПК-1.ИДЗ	Тема 12. Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи импульсного управления однокамерной моделью фармакокинетики.	Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
13	ОПК-1.ИДЗ	Тема 13. Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи управления однокамерной моделью фармакокинетики с помощью единичной ступенчатой функции.	Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях. Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
14	ОПК-1.ИДЗ	Тема 14. Вывод формул для решения задачи импульсного управления двухкамерной моделью фармакокинетики.	Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях. Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия.
15	ОПК-1.ИДЗ, ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД1	Тема 15. Физиологически обоснованная фармакокинетика (PBPK-моделирование)	Физиологически обоснованная фармакокинетика. Особенности и преимущества перед классическим моделированием фармакокинетики
16	ОПК-1.ИДЗ, ПК-10.ИД1	Тема 16. Передаточная функция и ИПФ системы. Их поиск по заданным дифференциальным уравнениям.	Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях.
17	ОПК-1.ИДЗ	Тема 17. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	Камерные модели фармакокинетики. Основопологающие предположения. Уравнения материального баланса.
18	ОПК-1.ИДЗ	Тема 18. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	Камерные модели фармакокинетики. Основопологающие предположения. Уравнения материального баланса. Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений

Раздел 2. Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).

1	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2, ОПК-1.ИДЗ	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	ПК-10.ИД2, ПК-10.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	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	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	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 4. Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния.	Нелинейные системы 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.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
5	ПК-11.ИД2	Тема 5. Качественное исследование динамики ферментативных процессов.	Простейшие ферментативные процессы.
6	ПК-11.ИД2	Тема 6. Численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	Простейшие ферментативные процессы. Определяющее звено в неразветвленной и разветвленной цепях ферментативных реакций.
7	ПК-11.ИД2	Тема 7. Поведение систем ферментативной кинетики. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.	Простейшие ферментативные процессы.
8	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2, ПК-11.ИД2	Тема 8. Расчет выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.	Изменение выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.
Раздел 3. Модели физиологических процессов и систем			
1	ПК-11.ИД2	Тема 1. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа на введение антигена.	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование первичного и вторичного иммунных ответов на основе клонально-селекционной теории.
2	ПК-11.ИД2	Тема 2. Модели динамики иммунных процессов. Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.	Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.
3	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2, ПК-10.ИД1	Тема 3. Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза).	Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза). Модель насосной функции сердца, основанная на законе мышечного сокращения Франка-Старлинга. Проблемы математического описания регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе.
4	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2, ПК-10.ИД2	Тема 4. Математическое описание регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе	Проблемы математического описания регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе.
5	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 5. Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование первичного и вторичного иммунных ответов на основе клонально-селекционной теории.
6	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 6. Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни.	Периодические инфекционные заболевания.
7	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 7. Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Граница «жизни и смерти».	Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.
8	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 8. Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы (ССС) без учета подсистемы поддержания уровня артериального давления.	Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза). Модель насосной функции сердца, основанная на законе мышечного сокращения Франка-Старлинга
9	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 9. Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы на стационарные значения давлений во всех камерах.	Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза).
10	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 10. Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция ЧСС (частоты сердечных сокращений).	Проблемы математического описания регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
11	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 11. Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция сопротивления сосудов большого круга кровообращения.	Проблемы математического описания регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе.
12	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 12. Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления на стационарные значения давлений во всех камерах.	Проблемы математического описания регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе
Раздел 4. Математическое моделирование эпидемического процесса			
1	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 1. Исследование распространения эпидемиологических процессов с помощью математического моделирования	Цели построения мат. моделей в эпидемиологии. Подходы к моделированию. Аналитическое и имитационное (агентное) моделирование. Популяционные SIR-модели и их варианты. Интеграция моделей с геоинформационными системами.
2	ПК-10.ИД1, ПК-10.ИД2	Тема 2. Разбор и реализация на компьютере одной из моделей распространения эпид. заболеваний	Популяционные SIR-модели и их варианты.
Раздел 5. Итоговое занятие			
1	ОПК-1.ИД3, ПК-10.ИД1	Тема 1. Итоговое занятие по темам 2-го семестра	Проверка усвояемости знаний обучающихся по итогам 2-го семестра.

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	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
7 семестр								
Раздел 1. Введение. Динамические системы, понятие состояния системы. Линейные системы Фармакокинетика.								
Тема 1. Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.								
1	ЛЗ	Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики и токсикокинетики. Линейные системы.	2	Д	1	1		
Тема 2. Переменные состояния, динамические системы и их математические модели. Матричная алгебра								
2	СЗ	Переменные состояния, динамические системы и их математические модели. Матричная алгебра	3	Т	1	1	1	
Тема 3. Уравнения модели внутримышечного или перорального введения. Камерные модели фармакокинетики.								
3	ЛЗ	Уравнения модели внутримышечного или перорального введения. Камерные модели фармакокинетики.	2	Д	1	1	1	
Тема 4. Точное решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Основные формулы таблицы преобразований Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция.								
4	ЛЗ	Точное решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Основные формулы таблицы преобразований Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция.	2	Д	1	1	1	
Тема 5. Точное решение задачи Коши для однокамерной модели однократного внутривенного введения.								
5	ЛЗ	Точное решение задачи Коши для однокамерной модели однократного внутривенного введения.	2	Д	1	1	1	
Тема 6. Точное решение задачи Коши для двухкамерной модели внутримышечного или перорального введения. Применение импульсной переходной функций для компьютерной оптимизации лекарственной терапии.								
6	ЛЗ	Точное решение задачи Коши для двухкамерной модели внутримышечного или перорального введения. Применение импульсной переходной функций для компьютерной оптимизации лекарственной терапии.	2	Д	1	1	1	
Тема 7. Идентификация кинетических параметров камерных моделей.								
7	ЛЗ	Идентификация кинетических параметров камерных моделей.	2	Д	1	1	1	
Тема 8. Расчет концентраций лекарственного вещества в крови при однократном внутривенном введении заданной длительности. Подбор режимов дозирования: нагрузочная доза, период для последующих введений, поддерживающая доза.								
8	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	1	
Тема 9. Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.								
9	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	1	
Тема 10. Идентификация методом переменных направлений индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.								
10	СЗ	Идентификация методом переменных направлений индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	3	Т	1	1	1	
Тема 11. Преобразование Лапласа. Вывод формул таблицы преобразований Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа								

№ 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	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	СЗ	Преобразование Лапласа. Вывод формул таблицы преобразований Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа	3	Т	1	1	1	
12	СЗ	Преобразование Лапласа. Вывод формул таблицы преобразований Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа	3	Т	1	1	1	
Тема 12. Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи импульсного управления однокамерной моделью фармакокинетики.								
13	СЗ	Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи импульсного управления однокамерной моделью фармакокинетики.	3	Т	1	1	1	
Тема 13. Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи управления однокамерной моделью фармакокинетики с помощью единичной ступенчатой функции.								
14	СЗ	Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи управления однокамерной моделью фармакокинетики с помощью единичной ступенчатой функции.	3	Т	1	1	1	
Тема 14. Вывод формул для решения задачи импульсного управления двухкамерной моделью фармакокинетики.								
15	СЗ	Вывод формул для решения задачи импульсного управления двухкамерной моделью фармакокинетики.	3	Т	1	1	1	
Тема 15. Передаточная функция и ИПФ системы. Их поиск по заданным дифференциальным уравнениям.								
16	СЗ	Передаточная функция и ИПФ системы. Их поиск по заданным дифференциальным уравнениям.	3	Т	1	1	1	
Тема 16. Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.								
17	СЗ	Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	3	Т	1	1	1	
18	ЛЗ	Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	2	Д	1	1	1	
Тема 17. Методы построения математических моде-лей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.								
19	СЗ	Методы построения математических моде-лей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	3	Т	1	1	1	
20	К	Коллоквиум по 1-му разделу	3	Р	1	1	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).								
21	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 1-го порядка (динамики клеточных популяций) в организме (теоретическая часть + практическая часть).	3	Т	1	1	1	
22	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								
23	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т	1	1	1	
24	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.								

№ 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	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	ЛЗ	Биологическая кинетика. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого порядка.	2	Д	1	1	1	
Тема 4. Качественное исследование поведения нелинейных системы биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния.								
26	ЛЗ	Качественное исследование поведения нелинейных системы биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния.	2	Д	1	1	1	
27	З	Зачет за 1-й семестр	3	ПА		1		
		Всего в семестре	72		26	26	25	
8 семестр								
Раздел 1. Введение. Динамические системы, понятие состояния системы. Линейные системы Фармакокинетика.								
Тема 1. Физиологически обоснованная фармакокинетика (РВРК-моделирование)								
28	ЛЗ	Физиологически обоснованная фармакокинетика (РВРК-моделирование)	2	Д	1	1	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 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза								
29	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т	1	1	1	
30	СЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза	3	Т	1	1	1	
Тема 2. Качественное исследование поведения нелинейных системы биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния.								
31	ЛЗ	Качественное исследование поведения нелинейных системы биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния.	2	Д	1	1	1	
Тема 3. Качественное исследование динамики ферментативных процессов.								
32	СЗ	Качественное исследование динамики ферментативных процессов.	3	Т	1	1	1	
Тема 4. Численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.								
33	СЗ	Численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	3	Т	1	1	1	
Тема 5. Поведение систем ферментативной кинетики. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.								
34	ЛЗ	Поведение систем ферментативной кинетики. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.	2	Д	1	1	1	
Тема 6. Расчет выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.								
35	СЗ	Расчет выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.	3	Т	1	1	1	
36	К	Коллоквиум по 2-му разделу	3	Р	1	1	1	
Раздел 3. Модели физиологических процессов и систем								
Тема 1. Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа на введение антигена.								
37	ЛЗ	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа на введение антигена.	2	Д	1	1	1	
Тема 2. Модели динамики иммунных процессов. Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.								
38	ЛЗ	Модели динамики иммунных процессов. Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.	2	Д	1	1	1	
Тема 3. Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза).								
39	ЛЗ	Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза).	2	Д	1	1	1	

№ 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	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 4. Математическое описание регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе								
40	ЛЗ	Математическое описание регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе	2	Д	1	1	1	
Тема 5. Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на не размножающийся антиген.								
41	СЗ	Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на не размножающийся антиген.	3	Т	1	1	1	
Тема 6. Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни.								
42	СЗ	Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни.	3	Т	1	1	1	
Тема 7. Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Граница «жизни и смерти».								
43	СЗ	Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Граница «жизни и смерти».	3	Т	1	1	1	
Тема 8. Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы (ССС) без учета подсистемы поддержания уровня артериального давления.								
44	СЗ	Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы (ССС) без учета подсистемы поддержания уровня артериального давления.	3	Т	1	1	1	
Тема 9. Численное исследование влияния измене-ний параметров модели сердечно-сосудистой системы на стационарные значения давлений во всех камерах.								
45	СЗ	Численное исследование влияния измене-ний параметров модели сердечно-сосудистой системы на стационарные значения давлений во всех камерах.	3	Т	1	1	1	
Тема 10. Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция ЧСС (частоты сердечных сокращений).								
46	СЗ	Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция ЧСС (частоты сердечных сокращений).	3	Т	1	1	1	
Тема 11. Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция сопротивления сосудов большого круга кровообращения.								
47	СЗ	Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция сопротивления сосудов большого круга кровообращения.	3	Т	1	1	1	
Тема 12. Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления на стационарные значения давлений во всех камерах.								
48	СЗ	Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления на стационарные значения давлений во всех камерах.	3	Т	1	1	1	
49	ЛЗ	Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления на стационарные значения давлений во всех камерах.	2	Д	1	1	1	
50	К	Коллоквиум по 3-му разделу	3	Р	1	1	1	
Раздел 4. Математическое моделирование эпидемического процесса								
Тема 1. Исследование распространения эпидемиологических процессов с помощью математического моделирования								
51	ЛЗ	Исследование распространения эпидемиологических процессов с помощью математического моделирования	2	Д	1	1	1	
Тема 2. Разбор и реализация на компьютере одной из моделей распространения эпид. заболеваний								
52	СЗ	Разбор и реализация на компьютере одной из моделей распространения эпид. заболеваний	3	Т	1	1	1	
53	СЗ	Разбор и реализация на компьютере одной из моделей распространения эпид. заболеваний	3	Т	1	1	1	

№ 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	ПKN
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 5. Итоговое занятие								
Тема 1. Итоговое занятие по темам 2-го семестра								
54	СЗ	Итоговое занятие по темам 2-го семестра	3	Т	1	1	1	1
55	Э	Экзамен	9	ПА	1	1	1	
		Всего в семестре	81		27	27	27	1
		Всего по дисциплине	153		53	53	52	1

(* , ** , *** 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
Семинарское занятие	Семинар	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		+	
4	Проверка контрольных нормативов	Проверка нормативов	ПKN		+	

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
7 семестр	Зачет	Опрос комбинированный
8 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос комбинированный, Решение практической (ситуационной) задачи

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

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.

7 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	10	7	4
Специализированное занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	16	160	В	Т	10	7	4
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	234	В	Р	234	156	78
Сумма баллов по дисциплине за семестр					394					

8 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Специализированное занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	15	150	В	Т	10	7	4
Семинарское занятие	СЗ	Проверка контрольных нормативов	ПKN	1	10	В	Т	10	7	4
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	468	В	Р	234	156	78
Сумма баллов по дисциплине за семестр					628					

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)

7 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 230 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 230 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

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

8 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	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: $dx/dt = ax - k/(x+1)$.

7 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 30.05.03 Медицинская кибернетика
направленность (профиль) Медицинская информатика

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

Образец билета для проведения экзамена

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

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № ____

для проведения экзамена по дисциплине «Математическая биология» по программе
специалитета по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика
направленность (профиль) Медицинская информатика

1. Математическая модель внутримышечного (или перорального) введения лекарственного вещества в кровь, представленную кажущимся объемом распределения. Вывод уравнений модели. Вывод формулы зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при произвольной входной функции.
2. Математическое моделирование эпидемического процесса. Цели моделирования. Характеристики моделей. Подходы к математическому моделированию в эпидемиологии. Имитационное и аналитическое моделирование. Примеры аналитических моделей.

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 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
2	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
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 , Компьютер персональный , Проектор мультимедийный , Компьютерный стол
2	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Доска интерактивная , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Компьютеры для обучающихся , Стулья , Компьютерный стол
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.