
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)**

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан медико-биологического факультета
д-р биол. наук, проф.

_____ Е.Б. Прохорчук

«29» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.27 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ

для образовательной программы высшего образования -
программы специалитета

по специальности

30.05.03 Медицинская кибернетика
(профиль: Медицинская информатика)

Москва 2022

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.27 «Математическая биология» (Далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы специалитета по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Направленность (профиль) образовательной программы: медицинская информатика.

Форма обучения: очная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре Биоинформатики МБФ (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России авторским коллективом под руководством Лагунина А.А., доктора биологических наук, профессора РАН.

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1.	Лагунин А.А.	доктор биол. наук, профессор РАН	Зав. кафедрой биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2.	Муравьева Е.С.	канд. биол. наук	Доцент кафедры биоинформатики МБФ	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 8 от «06» июня 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное 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 медико-биологического факультета, протокол № 1 от «29» августа 2022 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Образовательный стандарт высшего образования по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика (уровень специалитет), утвержденный Приказом ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России от 29.05.2020 № 365 рук (далее ОС ВО).
- 2) Общая характеристика образовательной программы.
- 3) Учебный план образовательной программы.
- 4) Устав и локальные акты Университета.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи дисциплины:

1.1.1. Целью изучения дисциплины является:

- овладение теорией основных понятий теории систем и математического моделирования;
- овладение практикой построения и компьютерной реализации математических моделей физиологических систем и систем кинетики веществ в организме в приложении к медицинским и биологическим исследованиям.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:

- изучение студентами методов построения линейных и нелинейных математических моделей физиологических систем на субклеточном, клеточном, тканевом и системном уровнях организма человека;
- изучение методов реализации построенных математических моделей в виде компьютерных программ или с помощью инструментальных программных средств персонального компьютера;
- изучение основных методов численного и качественного исследования моделей нелинейных систем и основных алгоритмов идентификации параметров математических моделей;
- изучение математических моделей основных физиологических систем организма
- освоение студентами практических умений построения линейных и нелинейных математических моделей кинетики и транспорта веществ в организме, кинетики клеточных популяций, основных систем организма человека;
- освоение практических умений исследовать поведение линейных моделей аналитическими и численными методами на компьютере; идентифицировать параметры моделей по экспериментальным данным или по результатам клинического или экспериментального исследования;
- освоение практических умений качественно исследовать поведение нелинейных моделей первого или второго порядка: определять количество, тип и устойчивость стационарных состояний; проводить анализ порядков величин различных членов уравнений модели для выявления малых параметров и редукции системы;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы:

Учебная дисциплина «Математическая биология» изучается в 7 и 8 семестрах и относится к базовой части Блока Б.1 Дисциплины. Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Высшая Математика, Механика, электричество; Биология; Физиология, Биохимия; Информатика, медицинская информатика; Теоретические основы кибернетики.

Знания, умения и навыки, сформированные, на дисциплине «Математическая биология», будут необходимы для успешного освоения дисциплины «Системный анализ», использованы в научно-исследовательской работе, для сдачи ГИА, написания выпускной квалификационной работы.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные 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
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. 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		
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	работы с современными программными средствами, позволяющими проводить моделирование

	опытом (трудовыми действиями):	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											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Учебные занятия														
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</i>		144							72	72				
Лекционное занятие (ЛЗ)		36							18	18				
Семинарское занятие (СЗ)		96							48	48				
Практическое занятие (ПЗ)														
Практикум (П)														
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)														
Лабораторная работа (ЛР)														
Клинико-практические занятия (КПЗ)														
Специализированное занятие (СПЗ)														
Комбинированное занятие (КЗ)														
Коллоквиум (К)		12							6	6				
Контрольная работа (КР)														
Итоговое занятие (ИЗ)														
Групповая консультация (ГК)														
Конференция (Конф.)														
Иные виды занятий														
<i>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.</i>		72							36	36				
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		72							36	36				
Подготовка истории болезни														
Подготовка курсовой работы														
Подготовка реферата														
Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)														
Промежуточная аттестация														
<i>Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:</i>		9								9				
Зачёт (З)														
Защита курсовой работы (ЗКР)														
Экзамен (Э)		9								9				
<i>Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА), в т.ч.</i>		27								27				
Подготовка к экзамену		27								27				
Общая трудоёмкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КР+СРС+КРПА+СРПА	252							108	144				
	в зачетных единицах: ОТД (в часах):36	7							3	4				

3. Содержание дисциплины (модуля)

3.1. Содержание разделов (модулей), тем дисциплины (модуля)

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела (темы) в дидактических единицах
1	2	3	4
1.	ОПК-1. ИД3 ПК-10. ИД1, ИД2	Введение. Динамические системы, понятие состояния 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. Классификация динамических систем: дискретные и непрерывные, стационарные и нестационарные, вероятностные и детерминированные, системы с сосредоточенными и распределенными переменными состояния. Методы математического описания различных динамических систем.
2.	ОПК-1. ИД3 ПК-10. ИД1, ИД2	Линейные системы Моделирование транспорта веществ на тканевом и органном уровнях. Фармакокинетика.	Камерные модели фармакокинетики. Основопологающие предположения. Уравнения материального баланса. Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы. Частотные характеристики. Описание с помощью импульсной переходной функции переходных процессов в системе при произвольных воздействиях. Применение импульсных переходных функций для описания ответа организма на лечебные воздействия. Идентификация параметров выходных фармакокинетических кривых и кинетических параметров камерных моделей по результатам регистрации импульсной переходной функции фармакокинетической системы. Задачи фармакокинетической оптимизации режима индивидуальной лекарственной терапии.
3.	ОПК-1. ИД3 ПК-10. ИД1, ИД2 ПК-11. ИД2	Нелинейные системы. Биологическая кинетика (кинетика биохимических превращений в клетке и кинетика клеточных популяций в организме).	Особенности биологической кинетики. Виды кинетических уравнений. Общность и различие химических и биологических систем. Исследование поведения решений нелинейного дифференциального уравнения первого порядка. Стационарные состояния и их устойчивость. Признаки устойчивости стационарных состояний по линейному приближению. Примеры из биологической кинетики популяций. 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. Простейшие ферментативные процессы. Определяющее звено в неразветвленной и разветвленной цепях ферментативных реакций. Транспортная аналогия. Принцип Либиха. Модели динамики иммунных процессов.

			Моделирование первичного и вторичного иммунных ответов на основе клонально-селекционной теории. Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.
4.	ОПК-1. ИД3 ПК-10. ИД1, ИД2	Модели физиологических систем.	Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинца). Модель насосной функции сердца, основанная на законе мышечного сокращения Франка-Старлинга. Проблемы математического описания регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе. Математическая модель процесса сокращения в миокарде. Косвенный метод определения внутриклеточных механизмов действия кардиотропных препаратов по результатам экспериментальной регистрации силы изометрических сокращений миокарда.
5.	ОПК-1. ИД3 ПК-10. ИД1, ИД2	Математическое моделирование эпидемического процесса	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.

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

7 семестр

№ п/п	Виды учебных занятий	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***					
					КП	ОУ	ОП	РЗ	..	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7 семестр										
		Раздел 1. Введение. Динамические системы и понятие состояния системы								
1.1	ЛЗ	Вводная. Основные понятия теории систем. Классификация динамических систем.	2	Д	+					
1.2	ПЗ	Переменные состояния, динамические системы и их математические модели. Матричная алгебра.	3	Т	+			+		
1.3	ПЗ	Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики.	3	Т	+			+		
		Раздел 2. Линейные системы. Модели фармакокинетики.								
2.1	ЛЗ	Методы построения математических моделей. Камерные модели фармакокинетики. Линейные системы. Метод Эйлера для компьютерной реализации математических моделей.	2	Д	+					
2.2	ЛЗ	Уравнения модели внутримышечного или перорального введения. Камерные модели фармакокинетики.	2	Д	+					

2.3	ЛЗ	Точное решение уравнений линейной фармакокинетики с помощью преобразования Лапласа. Основные формулы таблицы преобразований Лапласа. Передаточная функция и импульсная переходная функция системы.	2	Д	+					
2.4	ЛЗ	Точное решение задачи Коши для однокамерной модели однократного внутривенного введения.	2	Д	+					
2.5	ЛЗ	Точное решение задачи Коши для двухкамерной модели внутримышечного или перорального введения. Применение импульсной переходной функций для компьютерной оптимизации лекарственной терапии.	2	Д	+					
2.6	ЛЗ	Идентификация кинетических параметров камерных моделей.	2	Д	+					
2.7	ПЗ	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	+			+		
2.7	ПЗ	Компьютерные модели периодических режимов дозирования при внутривенном введении. Использование функции остаток от деления. Компьютерные модели суточных периодических режимов дозирования при внутривенном введении.	3	Т	+			+		
2.9	ПЗ	Идентификация методом переменных направлений индивидуальных значений фармакокинетических параметров пациента по результатам тестового клинического исследования.	3	Т	+			+		
2.10	ПЗ	Итоговое занятие по компьютерному моделированию для решения фармакокинетических задач.	3	Т	+	+				
2.11	ПЗ	Преобразование Лапласа. Вывод формул таблицы преобразований Лапласа. Решение линейных дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа	3	Т	+			+		
2.12	ПЗ	Передаточная функция и ИПФ системы. Их поиск по заданным дифференциальным уравнениям.	3	Т	+			+		
2.13	ПЗ	Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи импульсного управления однокамерной моделью фармакокинетики.	3	Т	+			+		
2.14	ПЗ	Вывод формул и реализация на компьютере решения задачи управления однокамерной моделью фармакокинетики с помощью единичной ступенчатой функции.	3	Т	+			+		
2.15	ПЗ	Вывод формул для решения задачи импульсного управления двухкамерной моделью фармакокинетики.	3	Т	+			+		
2.16	К	Текущий рубежный (модульный контроль)	3	Р	+	+				
		Раздел 3. Нелинейные системы. Модели кинетических процессов на субклеточном и клеточном уровнях.								
3.1	ЛЗ	Биологическая кинетика (кинетика клеточных популяций в организме). Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики первого	2	Д	+					

		порядки.								
3.2	ЛЗ	Качественное исследование поведения нелинейных системы биологической кинетики второго порядка. (часть 1)	2	Д	+					
3.3	ПЗ	Качественное исследование поведения моделей 1-го порядка для кинетики ферментативных процессов и клеточных популяций в организме.	3	Т	+			+		
3.4	ПЗ	Компьютерная реализация результатов качественного исследования поведения моделей 1-го порядка.	3	Т	+			+		
3.5	ПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза. (теоретическая часть)	3	Т	+			+		
3.6	ПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза. (теоретическая часть)	3	Т	+			+		
3.7	ПЗ	Качественное исследование поведения нелинейных систем 2-го порядка: системы «хищник-жертва», системы конкурентных популяций, системы симбиоза. (теоретическая часть)	3	Т	+			+		
3.8	К	<i>Текущий рубежный (модульный контроль)</i>	3	Р	+	+				
		Всего за семестр	72							

8 семестр

№ п/п	Виды учебных занятий	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов (модулей) (при наличии). Порядковые номера и наименование тем (модулей) модулей. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости **	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации ***					
					КП	ОУ	ОП	РЗ	..	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		8 семестр								
		Раздел 3. Нелинейные системы. Модели кинетических процессов на субклеточном и клеточном уровнях. (Продолжение)								
3.10	ЛЗ	Качественное исследование поведения нелинейных системы биологической кинетики второго порядка. Фазовый портрет системы. Стационарные состояния. (часть 2)	2	Д	+					
3.11	ЛЗ	Типы стационарных состояний. Общий план качественного исследования поведения нелинейных систем второго порядка.	2	Д	+					
3.12	ПЗ	Компьютерная реализация результатов качественного исследования поведения моделей 2-го порядка.	3	Т	+			+		
3.13	К	<i>Текущий рубежный (модульный контроль)</i>	3	Р	+	+				
		Раздел 4. Модели физиологических процессов и								

		систем.								
4.1	ЛЗ	Поведение систем ферментативной кинетики. Анализ динамики ферментных процессов в живой клетке.	2	<i>Д</i>	+					
4.2	ЛЗ	Модели динамики иммунных процессов. Моделирование гуморального иммунного ответа на введение антигена.	2	<i>Д</i>	+					
4.3	ЛЗ	Модели динамики иммунных процессов. Периодические инфекционные заболевания. Граница "жизни и смерти" как сепаратрисса на фазовом портрете системы иммунного ответа на размножающийся антиген.	2	<i>Д</i>	+					
4.4	ЛЗ	Замкнутая модель большого и малого кругов кровообращения, составленная из моделей упругих резервуаров (модель Гродинза).	2	<i>Д</i>	+					
4.5	ЛЗ	Математическое описание регуляторных процессов в сердечно-сосудистой системе	2	<i>Д</i>	+					
4.6	ЛЗ	Математическая модель процесса сокращения в миокарде.	2	<i>Д</i>	+					
4.7	ПЗ	Качественное исследование динамики ферментативных процессов.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.8	ПЗ	Численное исследование динамики ферментативных процессов в живой клетке.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.9	ПЗ	Расчет выхода продукта ферментативной реакции в присутствии конкурентного ингибитора.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.10	ПЗ	Численное исследование модели первичного и вторичного гуморального иммунного ответа на неразмножающийся антиген.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.11	ПЗ	Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Периодические болезни.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.12	ПЗ	Численное исследование моделей взаимодействия иммунной системы и размножающегося антигена. Граница «жизни и смерти».	3	<i>Т</i>	+			+		
4.13	ПЗ	Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы (ССС) без учета подсистемы поддержания уровня артериального давления.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.14	ПЗ	Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы на стационарные значения давлений во всех камерах.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.15	ПЗ	Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция ЧСС (частоты сердечных сокращений).	3	<i>Т</i>	+			+		
4.16	ПЗ	Компьютерная реализация модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления. Регуляция сопротивления сосудов большого круга кровообращения.	3	<i>Т</i>	+			+		
4.17	ПЗ	Численное исследование влияния изменений параметров модели сердечно-сосудистой системы с учетом подсистемы поддержания уровня артериального давления на стационарные значения	3	<i>Т</i>	+			+		

		давлений во всех камерах.								
		Раздел 5. Математическое моделирование эпидемического процесса								
5.1	ЛЗ	Исследование распространения эпидемиологических процессов с помощью математического моделирования	2	<i>Д</i>	+					
5.2	ПЗ	Разбор и реализация на компьютере одной из моделей распространения эпид. заболеваний	3	<i>Т</i>	+			+		
5.3	СЗ	Разбор реферативных сообщений обучающихся.	3	<i>Т</i>	+	+				
5.4	СЗ	Разбор реферативных сообщений обучающихся.	3	<i>Т</i>	+	+				
5.5	К	<i>Текущий рубежный (модульный контроль)</i>	3	<i>Р</i>	+	+				
5.6	И	<i>Итоговый контроль по разделам 1,2,3,4,5</i>	3	<i>И</i>	+	+				
		Всего за семестр:	72							
		Всего по дисциплине:	144							

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятия	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

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 на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

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

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико- практическая работа	КПР	Выполнение клинико- практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПKN)	Проверка нормативов	ПKN	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела (модуля), тема дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	7	Введение. Динамические системы	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями.	6
2.	7	Линейные системы. Модели фармакокинетики и токсикокинетики.	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение ситуационных задач.	18
3.	7-8	Нелинейные системы. Модели кинетических процессов на субклеточном и клеточном уровнях.	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение ситуационных задач.	22
4.	8	Модели физиологических процессов и систем	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение ситуационных задач.	20
5.	8	Математическое моделирование эпидемического процесса	Работа с учебниками, учебно-методическими пособиями, решение ситуационных задач.	6
Итого по дисциплине:				72

5. Организация текущего контроля успеваемости обучающихся

5.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.1.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

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 на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.1.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

7 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	РЗ	П	Д	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Р	20	0	1

8 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы		ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	РЗ	П	Д	10	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Р	20	0	1
Текущий итоговый контроль	И	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Р	20	0	1

5.1.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся (по видам контроля и видам работы)

7 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы	ТК	План в %	Исходно		Кэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5			Контроль присутствия	П	5			
Текущий тематический контроль	70			Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	В	70			
Текущий рубежный (модульный) контроль	25			Опрос устный	В	25			
Max. кол. баллов	100								

8 семестр

Вид контроля	План %	Исходно		ФТКУ / Вид работы	ТК	План %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль	5	27	11,89	Контроль присутствия	П	5	27	11,89	0,19
Текущий тематический контроль	55	160	70,48	Подготовка реферата	В	3	20	8,81	0,15
				Опрос комбинированный	В	52	140	61,67	0,37
Текущий рубежный (модульный) контроль	20	20	8,81	Опрос устный	В	20	20	8,81	1,00
Текущий итоговый контроль	20	20	8,81	Опрос устный	В	20	20	8,81	1,00
Мах кол. баллов	100	227							

5.2. Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся)

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

7 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации: – на основании семестрового рейтинга.

8 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану - экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации:
– устный опрос по билетам, решение ситуационной задачи.
- 3) Перечень тем, вопросов, практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации.

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

1. Однокамерная модель фармакокинетики. Кажущийся объем распределения и общий клиренс лекарственного вещества в организме пациента. Вывод уравнения математической модели. Метод построения компьютерной модели и методика использования этой модели для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии.

2. Точное решение систем линейных стационарных дифференциальных уравнений кинетики лекарственных и токсических веществ. Преобразование Лапласа: определение, основные формулы, таблица прямых и обратных преобразований. Решение задачи Коши для математической модели однокамерной фармакокинетики. Собственное и вынужденное поведение системы.
3. Модель фармакокинетики внутривенного введения лекарственного вещества при использовании понятия кажущегося объема распределения. Точное решение задачи Коши **при произвольной зависимости скорости введения от времени**. Методика использования этого решения для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии.
4. Вывод формулы для зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови **при внутривенном импульсном (болюсном)** введении и однокамерной фармакокинетики. Методика использования этой формулы для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.
5. Вывод формулы для зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при внутривенном длительном введении **с постоянной скоростью** (например, капельно) и однокамерной фармакокинетики. Методика использования этой формулы для вычисления скорости введения, необходимой для достижения заданной концентрации лекарственного вещества в крови.
6. Для **комбинации болюсного (импульсного) и капельного (непрерывного введения с постоянной скоростью)** внутривенного введения вывести формулу, определяющую изменение во времени концентрации лекарственного вещества в крови. Найти такую комбинацию, при которой концентрация в крови мгновенно достигает, требуемого значения и остается равной этому значению во все последующие моменты времени.
7. Вывод формулы для зависимости от времени концентрации лекарственного вещества в крови при внутривенном введении с постоянной скоростью **конечной продолжительности** и однокамерной фармакокинетики. Методика использования этой формулы для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.
8. 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.
9. Собственное и вынужденное поведение линейной системы. Импульсная переходная функция (ИПФ). Связь с передаточной функцией. Применение ИПФ модели фармакокинетики внутримышечного введения для вычисления концентрации лекарственного вещества в крови после болюсного (импульсного) введения. Методика использования этой зависимости для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.
10. Определение импульсной переходной функции системы фармакокинетики лекарственного вещества в клиническом исследовании пациента. Методика решения задачи подбора индивидуальной лекарственной терапии с использованием импульсной переходной функции.
11. Вывод формулы для вычисления концентрации лекарственного вещества в крови по заданной импульсной переходной функции фармакокинетики этого вещества в организме пациента и задаваемому лечащим врачом режиму дозирования.
12. Собственное и вынужденное поведение линейной системы. Импульсная переходная функция (ИПФ). Связь с передаточной функцией. Применение ИПФ модели фармакокинетики внутримышечного введения для вычисления концентрации лекарственного вещества в крови после болюсного (импульсного) введения. Методика использования этой зависимости для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии с помощью компьютера.

13. Качественное исследование поведения систем биологической кинетики, описываемых нелинейным дифференциальным уравнением первого порядка. Устойчивые и неустойчивые стационарные состояния.
14. Качественное исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка. Понятие фазовых траекторий. Фазовый портрет системы. Нуль – изоклины. Определение стационарных состояний. Примеры из кинетики популяций.
15. Исследование поведения нелинейных систем биологической кинетики второго порядка в окрестности стационарных состояний. Характеристическое уравнение. Типы стационарных состояний и их фазовые портреты. Примеры из кинетики популяций.
16. Общий план качественного исследования нелинейных кинетических систем. Определение характерных направлений движения по фазовым траекториям в областях, границами которых являются нуль - изоклины. Примеры из кинетики популяций.
17. Качественное исследование поведения одной из биологических систем: хищник-жертва, конкуренция двух видов, симбиоз двух видов.
18. Качественное исследование кинетики простейшего ферментативного процесса.
19. Особенности ферментативной кинетики в клетке.
20. Математическая модель гуморального иммунного ответа. Моделирование первичного и вторичного иммунного ответа на неразмножающийся антиген. Зависимость интенсивности первичного ответа от дозы антигена.
21. Качественное исследование возможности моделирования периодических болезней с помощью модели гуморального иммунного ответа.
22. Модель "границы жизни и смерти" в иммунной системе.
23. Алгоритмы идентификации параметров нелинейных моделей. Метод идентификации параметров математических моделей Ньютона-Гаусса.
24. Математическая модель сердечно-сосудистой системы (Модель Гродинза).
25. Численные эксперименты с моделью сердечно-сосудистой системы.
26. Регуляторные механизмы в модели сердечно-сосудистой системы.
27. Алгоритмы идентификации параметров линейных систем.

Задачи первого уровня:

1. Определение понятий: система, входные и выходные переменные, модель, переменные состояния, динамическая система, состояние системы, поведение системы, параметры модели.
2. Классификация систем. Методы математического описания различных классов систем. Примеры из биологической кинетики.
3. Вывод уравнений математических моделей для различных систем фармакокинетики.
4. Типы устойчивых стационарных состояний для нелинейных систем 2-го порядка.
5. Записать математическую модель двухкамерной системы фармакокинетики, физический смысл, размерности переменных состояния и параметров системы.
6. Как найти ответ системы на входной сигнал, используя ИПФ?
7. Примеры моделей кинетики ферментативных реакций.
8. Провести качественное исследование динамика популяции описываемой следующей моделью: $dC(t)/dt = V + aC(t) - bC(t)^2$
9. Записать уравнения модели динамики популяций «хищник-жертва».
10. Найти полное поведение однокамерной фармакокинетической системы при импульсном введении дозы лек. препарата.
11. Как вычислить концентрацию лекарственного препарата в крови в любой момент времени по заданной ИПФ системы и входному воздействию.
12. Записать разностную схему для численного исследования модели сосуществования двух популяций в симбиозе.
13. Записать разностную схему для двухкамерной модели транспорта лекарственного препарата в крови.

14. Привести биологические примеры нелинейных системам второго порядка.
15. Записать ИПФ для однокамерной фармакокинетической системы.
16. Какие характеристики линейных систем можно получить экспериментально, используя импульсный входной сигнал и регистрируя выходной сигнал?
17. Типы устойчивых стационарных состояний для нелинейных систем 2-го порядка.
18. Примеры биологических систем, описываемых нелинейными системами дифференциальных уравнений второго порядка
19. Метод Эйлера для численного решения систем дифференциальных уравнений. Привести пример разностной схемы для двухкамерной модели транспорта лекарственного препарата в крови.
20. Перечислить типы устойчивых стационарных состояний для нелинейных систем второго порядка.
21. Методика расчета режима введения препарата при заданном терапевтическом диапазоне с помощью однокамерной математической модели на компьютере.
22. Записать разностную схему для модели двух конкурирующих видов.
23. Отнести предложенную систему к определенному классу по всем известным типам классификации: $dC/dt = V - a(t)C + bC$
24. Определение импульсной переходной функции. Привести примеры ИПФ.
25. Качественное исследование модели динамики популяции $dx/dt = ax/(K+x) - bx$.
26. Найти вынужденное поведение однокамерной фармакокинетической системы.
27. Найти собственное поведение однокамерной фармакокинетической модели.
28. ИПФ линейной системы имеет вид: $K(t) = \exp(-at) - \exp(-bt)$. Записать ответ на входное воздействие $u(t)$. Записать ответ на единичный импульс.
29. Качественное исследование модели динамики популяции $dx/dt = ax/(K+x) - bx^2$.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины.

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

7 семестр

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

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме зачета, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

8 семестр

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме экзамена:

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме экзамена организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов, на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестрах, в которых преподавалась дисциплина (модуль) и результатов экзаменационного испытания.

Порядок допуска обучающихся к промежуточной аттестации в форме экзамена, критерии, показатели и порядок балльно-рейтинговой системы промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена, а также порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок устанавливается Положением о балльно-рейтинговой системе текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с изменениями и дополнениями (при наличии).

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

Структура итогового рейтинга по дисциплине

Дисциплина	Математическая биология		
Направление подготовки	Медицинская кибернетика (биоинформатика)		
Семестры	7	8	
Трудоемкость семестров в часах (Тдс)	108	144	
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)	252		
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Крс)			
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины			0,7
Экзаменационный коэффициент (Кэ)			0,3

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации	Виды работы*		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	П	П				
	Опрос устный	ОУ	В	50	0,3		

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для проведения промежуточной аттестации

Экзаменационные билеты для проведения экзамена по дисциплине

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)

Кафедра биоинформатики

МБФ

Экзаменационный билет № 1

для проведения экзамена по дисциплине «Математическая биология»
по специальности 30.05.03 «Медицинская кибернетика»

1. Однокамерная модель фармакокинетики. Кажущийся объем распределения и общий клиренс лекарственного вещества в организме пациента. Вывод уравнения математической модели. Метод построения компьютерной модели и методика использования этой модели для подбора индивидуальных режимов лекарственной терапии.
2. Качественное исследование поведения систем биологической кинетики, описываемых нелинейным дифференциальным уравнением первого порядка. Устойчивые и неустойчивые стационарные состояния.

Заведующий кафедрой _____ / А.А. Лагунин

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Освоение обучающимися учебной дисциплины «Математическая биология» складывается из контактной работы, включающей занятия лекционного типа (лекции) и занятия семинарского типа (семинарские занятия, коллоквиумы), а также самостоятельной работы. Контактная работа с обучающимися предполагает проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям лекционного типа (лекциям) обучающийся должен:

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающийся должен:

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;

- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью обучения и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний, выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации.

Выполнение домашних заданий осуществляется в форме:

- работы с учебной, учебно-методической и научной литературой, электронными образовательными ресурсами (например, просмотр видеолекций или учебных фильмов), конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование и реферирование, перевод текстов, составление профессиональных глоссариев;

- подготовки тематических сообщений и выступлений;

- выполнения письменных контрольных работ.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине «Математическая биология» осуществляется в ходе проведения отдельного вида занятия – коллоквиума. Текущий контроль включает в себя текущий тематический контроль и текущий рубежный (модульный) контроль.

Для подготовки к текущему тематическому контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос.

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

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

9.1. Литература по дисциплине:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания	Наличие литературы в библиотеке	
		Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	2	3	4
1	Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний [Текст]/ Романюха А. А. / под ред. Г. И. Марчука. – Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2013. - 293 с.	10	
2	Математические модели в иммунологии и эпидемиологии инфекционных заболеваний / Романюха А. А. - 3-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 296 с.		http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785001017103.html
3	Геронтология in Silico : становление новой дисциплины. Математические модели, анализ данных и вычислительные эксперименты : сборник науч. тр. / Марчук Г. И. , Анисимов В. Н. , Романюх А. А. , Яшин А. И. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 538 с.		http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785001016809.html
4	Медицинская информатика : учебник / Т. В. Зарубина [и др.] ; под общ. ред. Т. В. Зарубиной, Б. А.		http://www.studmedlib.ru/

	Кобринского. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 512 с.	book/ ISBN9785970445730.h tml
--	--	-------------------------------------

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке <https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/>

9.2 Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, профессиональные базы данных:

1. <http://eor.edu.ru> – портал электронных образовательных ресурсов
2. <http://www.elibrary.ru> – сайт научной электронной библиотеки
3. www.studmedlib.ru – сайт электронной библиотеки студента «Консультант студента»
4. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
5. <http://www.edu.ru/> – библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
6. <http://www.prilib.ru> – сайт Президентской библиотеки
7. <http://www.rusneb.ru> – сайт национальной электронной библиотеки

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

1. Автоматизированная образовательная среда университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета
3. Microsoft Office
4. Internet Explorer

9.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием.
2. Учебная комната, расположенная в помещениях Университета.
3. Мультимедийный комплекс (ПК или ноутбук, проектор, экран).
4. Наборы мультимедийных наглядных материалов по различным разделам учебной дисциплины.

5. Компьютерный класс с доступом в интернет.

Организация обеспечена 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 и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Заведующий кафедрой

А.А. Лагунин

	Содержание	Стр.
1.	Общие положения	4
2.	Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость	6
3.	Содержание дисциплины (модуля)	7
4.	Тематический план дисциплины (модуля)	8
5.	Организация текущего контроля успеваемости обучающихся	14
6.	Организация промежуточной аттестации обучающихся	16
7.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	19
8.	Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)	21
9.	Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	22