

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

Специальность: **31.05.01 ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЛО**

Кафедра **МЕДИЦИНСКОЙ БИОФИЗИКИ**

Форма обучения: **ОЧНАЯ**

1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Математические модели в биологии и медицине» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины «Математические модели в биологии и медицине»

2. Перечень оценочных средств

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине «Математические модели в биологии и медицине» используются следующие оценочные средства:

№ п/п	Оценочное средство	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тесты	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
2	Ситуационные задачи	Способ контроля, позволяющий оценить критичность мышления и степень усвоения материала, способность применить теоретические знания на практике.	Перечень задач
3	Доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
4	Индивидуальный опрос	Средство контроля, позволяющее оценить степень раскрытия материала	Перечень вопросов

3. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и видов оценочных средств

Код и формулировка компетенции	Этап формирования компетенции	Контролируемые разделы дисциплины	Оценочные средства
УК-1	Текущий	Раздел 1. Одномерные модели	
		Тема 1.1. Методы моделирования биологических процессов и систем. Классификация моделей. Динамическая система и ее математическая модель. Классификация динамических систем. Геометрическая интерпретация. Фазовый и параметрический портреты.	Ситуационные задачи
		Тема 1.2. Экспоненциальные процессы с неограниченным ростом. Рост численности колонии микроорганизмов. Модель народонаселения Мальтуса.	Доклады

		<p>Экспоненциальные процессы с ограниченным ростом. Уравнение Ферхюльста (логистическое уравнение). Модель Гомперца (рост раковых опухолей).</p> <p>Тема 1.3. Модель популяции с малой плотностью. Учет внутривидовой конкуренции. Компромиссная модель. Эффект охоты. Модели с дискретным временем. Отображения как простейшие модели хаоса. Дискретные модели популяционной динамики: логистическое отображение и модель Рикера.</p>	Индивидуальный опрос
УК-1	Текущий	Раздел 2. Двумерные модели	
		<p>Тема 2.1. Линейные системы. Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарных состояний. Классификация особых точек на фазовой плоскости. Бифуркационная диаграмма.</p>	Индивидуальный опрос
		<p>Тема 2.2. Нелинейные системы. Нелинейные элементы и их характеристики. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность. Кинетика ферментативных процессов. Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен. Быстрые и медленные движения.</p>	Доклад
		<p>Тема 2.3 Теорема Тихонова. Нелинейные эффекты в ферментативной кинетике. Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Модель генетического триггера Жакоба-Моно. Модель Лотки - Вольтерра.</p>	Доклад
		<p>Тема 2.4 Модели взаимодействия двух видов. Элементарные факторы внутри- и межпопуляционных отношений. Модель взаимодействия загрязнения с окружающей средой. Математическая модель очистки сточных вод (азротек). Простейшая модель инфекционного заболевания (модель Марчука). Модель проточной культуры микроорганизмов (хеостат).</p>	Ситуационные задачи
УК-1	Текущий	Раздел 3. Биологические осцилляторы	
		<p>Тема 3.1. Автоколебательные процессы в химических и биологических системах. Брюсселятор. Модель реакции Белоусова – Жаботинского (орегонатор). Простейшая модель гликолиза (модель Хиггинса). Элементы нейродинамики. Возбудимость и рефрактерность. Нейронные сети. Модель</p>	Индивидуальный опрос

		Хопфилда. Правило обучения Хебба.	
		Тема 3.2. Модель нейрона МакКаллока-Питтса. Многослойные нейронные сети. Перцептрон. Физиологические модели нейронов. Пороговый интегратор как простейшая модель нейрона. Модель Ходжкина-Хаксли. Модель ФитцХью-Нагумо. Моделирование кардиомиоцита, фибробласта и пейсмекерной клетки. Триггерный режим (бистабильность).	Доклад
УК-1	Текущий	Раздел 4. Распределенные системы	
		Тема 4.1. Системы типа реакция-диффузия. Процессы самоорганизации в открытых системах. Модель Тьюринга и явление морфогенеза. Динамика активных сред. Модель возбудимой среды Винера-Розенблота.	Доклад
УК-1	Промежуточный контроль	Раздел 1. Одномерные модели Раздел 2. Двумерные модели Раздел 3. Биологические осцилляторы Раздел 4. Распределенные системы	Тестовые задания

4. Содержание оценочных средств текущего контроля

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме: индивидуального опроса, ситуационных задач, доклада.

4.1. Ситуационные задачи для оценки компетенций: УК-1

1. Найти состояния равновесия динамической системы, определить их характер устойчивости. Построить динамику на фазовой прямой. Проанализировать устойчивость найденных динамических режимов в зависимости от управляющего параметра.

2. Найти графически и аналитически неподвижные точки отображений, определить характер устойчивости неподвижных точек.

3. Найти состояния равновесия динамической системы, определить их тип и характер устойчивости, построить фазовый портрет (в том числе сведя к уравнению $dy/dx=f(x,y)$, найти изоклины). При наличии управляющего параметра построить фазовый портрет в каждом из указанных случаев.

4.2. Индивидуальный опрос: УК-1.

- 1) Введение. Методы моделирования биологических процессов и систем. Классификация моделей.
- 2) Динамическая система и ее математическая модель. Классификация динамических систем.
- 3) Геометрическая интерпретация. Фазовый и параметрический портреты.
- 4) Экспоненциальные процессы с неограниченным ростом.
- 5) Экспоненциальные процессы с ограниченным ростом. Уравнение Ферхюльста (логистическое уравнение). Модель Гомперца (рост раковых опухолей).

- 6) Модель популяции с малой плотностью. Учет внутривидовой конкуренции. Компромиссная модель. Эффект охоты.
- 7) Модели с дискретным временем. Отображения как простейшие модели хаоса.
- 8) Дискретные модели популяционной динамики: логистическое отображение и модель Рикера
- 9) Линейные системы. Фазовая плоскость. Устойчивость стационарных состояний. Классификация особых точек на фазовой плоскости.
- 10) Нелинейные системы. Нелинейные элементы и их характеристики. Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность.
- 11) Кинетика ферментативных процессов. Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен.
- 12) Быстрые и медленные движения. Теорема Тихонова.
- 13) Мультистационарные системы. Триггер. Силовое и параметрическое переключение триггера. Модель генетического триггера Жакоба-Моно.
- 14) Модель Лотки - Вольтерра. Модели взаимодействия двух видов. Элементарные факторы внутри- и межпопуляционных отношений.
- 15) Модель взаимодействия загрязнения с окружающей средой.
- 16) Математическая модель очистки сточных вод (аэротек).
- 17) Простейшая модель инфекционного заболевания (модель Марчука).
- 18) Модель проточной культуры микроорганизмов (хемостат).

4.4. Темы докладов для оценки компетенций: УК-1.

- 1) Автоколебательные процессы в химических и биологических системах. Брюсселятор.
- 2) Модель реакции Белоусова – Жаботинского (орегонатор).
- 3) Простейшая модель гликолиза (модель Хиггинса).
- 4) Элементы нейродинамики. Возбудимость и рефрактерность. Нейронные сети.
- 5) Модель Хопфилда. Правило обучения Хебба. Модель нейрона МакКаллока-Питтса.
- 6) Многослойные нейронные сети. Перцептрон.
- 7) Физиологические модели нейронов. Пороговый интегратор как простейшая модель нейрона.
- 8) Модель Ходжкина-Хаксли.
- 9) Модель ФитцХью-Нагумо. Моделирование кардиомиоцита, фибробласта и пейсмекерной клетки. Триггерный режим (бистабильность).
 - 10) История модели ФитцХью-Нагумо
 - 11) Автоколебательная динамика в окружающей природе
 - 12) Динамика кальция в клетке как пример автоколебательной системы
 - 13) Предельный цикл как математический образ автоколебаний
 - 14) Формальные модели нейронов и границы их применимости

5. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета

5.1 Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности: тесты по разделам дисциплины: тестовые задания.

5.1.1. Тестовые вопросы с вариантами ответов к зачёту по дисциплине «Математические модели в биологии и медицине».

Тестовые задания	Код компетенции (согласно РПД)
<p>1.Каких видов динамических систем не существует? а. сосредоточенные и распределенные б. непрерывные и дискретные в. тороидальные и сферические г. консервативные и диссипативные</p>	УК-1
<p>2.Какие собственные значения отвечают состоянию равновесия типа неустойчивый фокус? а. комплексно-сопряженные с положительной действительной частью б. действительные разных знаков в. действительные одного знака г. пара чисто мнимых</p>	
<p>3. Рассмотрите модель развития популяции с учетом внутривидовой конкуренции и эффекта охоты в форме функции $g(x)$. Какой должна быть функция $g(x)$, чтобы максимизировать длительный убой при сохранении максимального роста популяции? а. $g(x) = kx/2$, где k – коэффициент внутривидовой конкуренции б. $g(x) = kx/2$, где k – коэффициент размножения популяции в. $g(x) = 2kx$, где k – коэффициент внутривидовой конкуренции г. $g(x) = 2kx$, где k – коэффициент размножения популяции</p>	
<p>4. Рассмотрите динамику логистической модели с учетом эффекта Олли $dx/dt=(ax-bx^2)(x-c)$. Определите состояния равновесия и их характер устойчивости. а. $x^*=0$ (неуст.), $x^*=a/b$ (уст.), $x^*=c$ (уст.) б. $x^*=0$ (неуст.), $x^*=a/b$ (неуст.), $x^*=c$ (уст.) в. $x^*=0$ (уст.), $x^*=a/b$ (неуст.), $x^*=c$ (неуст.) г. $x^*=0$ (уст.), $x^*=a/b$ (уст.), $x^*=c$ (неуст.)</p>	
<p>5. Чем характеризуется каскад бифуркаций удвоения периода? а. числом Авогадро б. диаграммой Фейнмана в. константой Фейгенбаума г. числом Рейнольдса</p>	
<p>6. Бифуркации удвоения периода соответствует</p>	

<p>значение мультипликатора Р</p> <p>а. $P = +1$ б. $P = 0$ в. $P = -1$ г. $P = i$</p>	
<p>7. Найти неподвижные точки отображения $x(n+1)=1+\ln(x(n))$</p> <p>а. $x^* = e$ б. $x^* = 1$ в. $x^* = 0$ г. $x^* = 1/e$</p>	
<p>8. Найти неподвижные точки отображения $x(n+1)=2x(n)/(1+x(n)^3)$</p> <p>а. $x^* = -1, x^* = 0$ б. $x^* = 1, x^* = 0$ в. $x^* = 1, x^* = -1$ г. $x^* = 1/2, x^* = 0$</p>	
<p>9. Найти неподвижные точки отображения $x(n+1)=2x(n)-x(n)^2$ и определить характер устойчивости.</p> <p>а. $x^* = 0$ (уст.), $x^*=1$ (уст.) б. $x^* = 0$ (уст.), $x^*=1$ (неуст.) в. $x^* = 0$ (неуст.), $x^*=1$ (уст.) г. $x^* = 0$ (неуст.), $x^*=1$ (неуст.)</p>	
<p>10. На какие 2 группы делят все системы по характеру взаимодействия с окружающей средой?</p> <p>а. открытые и замкнутые (изолированные) б. динамические и статические в. материальные и идеальные г. детерминистские и стохастические (вероятностные)</p>	
<p>11. Что обычно понимают под устойчивостью системы?</p> <p>а. способность системы сильно менять свое состояние под действием возмущений б. способность системы слабо менять свое состояние под действием возмущений в. способность системы периодически менять свое состояние под действием возмущений г. способность системы случайно менять свое состояние под действием возмущений</p>	
<p>12. Что называют фазовым пространством динамической системы?</p> <p>а. геометрический образ, описывающий множество всех возможных состояний динамической системы (при этом состоянию системы в каждый момент времени отвечает определенная точка фазового пространства) б. совокупность состояний динамической системы в</p>	

фиксированный момент времени
 в. физическое пространство, в котором происходит движение системы.
 г. совокупность всех возможных состояний динамической системы в любой момент времени

13. Что называют фазовой траекторией динамической системы?

а. траектория движения системы в реальном физическом пространстве
 б. кривая в фазовом пространстве, описывающая эволюцию во времени состояния динамической системы
 в. совокупность состояний динамической системы в фиксированный момент времени
 г. совокупность всех возможных состояний динамической системы в любой момент времени

14. Какие динамические системы называют системами с распределенными параметрами?

а. динамические системы с конечномерным фазовым пространством
 б. динамические системы с бесконечномерным фазовым пространством
 в. динамические системы с нулевым фазовым пространством.
 г. динамические системы, в которых сохраняется фазовый объем

15. Бистабильность — это...

а. Эффект наличия в фазовом пространстве двух неустойчивых состояний равновесия
 б. Эффект наличия в фазовом пространстве двух устойчивых состояний равновесия
 в. Эффект наличия в фазовом пространстве двух состояний равновесия с нулевыми собственными значениями
 г. Эффект наличия в фазовом пространстве двух состояний равновесия (устойчивого и неустойчивого)

16. Какие собственные значения отвечают состоянию равновесия типа центр?

а. комплексно-сопряженные с положительной действительной частью
 б. действительные разных знаков
 в. действительные одного знака
 г. пара чисто мнимых

17. Какие собственные значения отвечают состоянию равновесия типа неустойчивый фокус?

а. комплексно-сопряженные с положительной действительной частью
 б. действительные разных знаков

<p>в. действительные одного знака г. пара чисто мнимых</p>	
<p>18. Какой тип состояния равновесия двумерной системы всегда является неустойчивым? а. седло б. узел в. фокус г. центр</p>	
<p>19. Какой эффект не характерен для нелинейных динамических систем. а. бистабильность б. гистерезис в. изохронность г. ангармоничность</p>	
<p>20. Какие состояния равновесия топологически эквиваленты? а. седло и узел б. седло и фокус в. фокус и узел г. фокус и центр</p>	
<p>21. На какие две группы принято делить динамические системы, в которых сохраняется фазовый объем? а. диссипативные и консервативные б. неконсервативные и негамильтоновы в. диссипативные и автоколебательные г. гамильтоновы и негамильтоновы</p>	
<p>22. Какие динамические системы называют консервативными? а. динамические системы, в которых фазовый объем сохраняется б. динамические системы, в которых фазовый объем со временем уменьшается в. динамические системы, в которых фазовый объем со временем увеличивается г. динамические системы, в которых фазовый объем сохраняется и гамильтониан которых не зависит от времени (выполняется закон сохранения энергии).</p>	
<p>23. Что происходит с фазовым объемом диссипативной системы при стремлении ее траектории к устойчивому состоянию равновесия? а. фазовый объем системы остается постоянным б. фазовый объем системы увеличивается; в. фазовый объем системы сжимается г. фазовый объем системы изменяется случайным образом</p>	
<p>24. Определить координаты состояния равновесия</p>	

<p>динамической системы $dx/dt=1-xy$, $dy/dt=xy-y$</p> <p>а. (-1,-1) б. (1,-1) в. (1,1) г. (-1,1)</p>	
<p>25. Найти состояние равновесия динамической системы $dx/dt=x-y$, $dy/dt=x+y-2xy$, определить их тип и характер устойчивости.</p> <p>а. (0,0) - неуст. узел, (1,1) - седло б. (0,0) - уст. узел, (1,1) - седло в. (0,0) - неуст. фокус, (1,1) - седло г. (0,0) - уст. фокус, (1,1) - седло</p>	
<p>26. Чем определяется динамика системы в окрестности состояния равновесия</p> <p>а. матрицей факторизации б. матрицей линеаризации в. матрицей параметризации г. матрицей дискретизации</p>	
<p>27. Какая бифуркация отвечает рождению в фазовом пространстве динамической системы предельного цикла?</p> <p>а. бифуркация Богданова-Тakens б. бифуркация Андронова-Хопфа в. бифуркация Гаврилова-Гюккенхаймера г. бифуркация Неймарка-Сакера</p>	
<p>28. Сколько состояний равновесия имеется в логистическом уравнении</p> <p>а. один б. два в. три г. ноль</p>	
<p>29. Какая компонента в популяционных моделях отвечает за внутривидовую конкуренцию</p> <p>а. $(1+kx^2)$ б. $-kx^2$ в. $+kx^2$ г. $(1-kx^2)$</p>	
<p>30. Приведите пример автоколебательной системы</p> <p>а. Генетический триггер Жакоба-Моно б. Логистическое уравнение в. Брюсселятор г. Модель Рикера</p>	

Номер тестового задания

Номер эталона ответа

1.	В
2.	а
3.	б
4.	г
5.	В
6.	В
7.	б
8.	б
9.	В
10.	а
11.	б
12.	В
13.	б
14.	б
15.	б
16.	г
17.	а
18.	а
19.	В
20.	В
21.	г
22.	а
23.	В
24.	В
25.	В
26.	б
27.	б
28.	б

29.	б
30.	в

6. Критерии оценивания результатов обучения

Для зачета:

Результаты обучения	Критерии оценивания	
	Не зачтено	Зачтено
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Могут быть допущены незначительные ошибки
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи, выполнены все задания. Могут быть допущены незначительные ошибки.
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач. Могут быть допущены незначительные ошибки.
Мотивация (личностное отношение)	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Проявляется учебная активность и мотивация, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Средний/высокий

Для тестирования:

Оценка «5» (Отлично) - баллов (100-90%)

Оценка «4» (Хорошо) - балла (89-80%)

Оценка «3» (Удовлетворительно) - балла (79-70%)

Менее 70% – Неудовлетворительно – Оценка «2»

Полный комплект оценочных средств для дисциплины «Математические модели в биологии и медицине» представлен на портале СДО Приволжского исследовательского медицинского университета – *ссылка* (<https://sdo.pimunn.net/course/view.php?id=4665>)

Разработчик(и):

Другова Ольга Валентиновна, к.б.н., доцент кафедры медицинской биофизики

«18» января 2023 г.