

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:

00D05D015A41D43C257354CF2FDDDD93F88

Владелец: РОСБИОТЕХ

Действителен: с 11.11.2024 по 04.02.2026

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ»

Уровень образования:		Специалитет
Специальность		06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Специализация		Молекулярная и клеточная инженерия
Форма обучения		Очная
Срок освоения образовательной программы в соответствии с ФГОС (очная форма)		5 лет
Год начала подготовки		2024 г.
	шифр и наименование дисциплины	Б1.О.39 Математическое моделирование в биологии
	семестры реализации дисциплины	7 семестр
	форма контроля	Зачет

Москва 2025 г.

1. Область применения.

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью программы дисциплины при реализации основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования (ВО) по специальности:

06.05.01 Биотехнология и биоинформатика

Специализация: Молекулярная и клеточная инженерия

Оценочные фонды разрабатываются для проведения оценки степени соответствия фактических результатов обучения при изучении дисциплины запланированным результатам обучения, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, а также сформированности компетенций, установленных программой специализации.

Таблица 1
Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Знать	Уметь	Владеть (иметь практические опыт)
ОПК-5 Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими и средствами анализа;	ОПК-5.1 Находит и использует информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки	Основные типы математических моделей в биологии и их применимость. Методы анализа устойчивости, стохастичности и оптимизации. Примеры успешного применения моделей в биоинформатике.	Формулировать биологические задачи в терминах математических моделей. Проводить численные расчеты и интерпретировать результаты. Критически оценивать адекватность моделей реальным процессам.	Работа с программными пакетами (Python, R, MATLAB) для моделирования. Анализ и визуализация биологических экспериментов. Навыки презентации и защиты результатов моделирования.
ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-7.1 Понимает принципы работы современных информационных технологий ОПК-7.2 Использует современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности			

2. Цели и задачи фонда оценочных средств.

Целью ФОС является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта ФГОС ВО по ОПОП.

ФОС предназначен для решения задач контроля достижения целей реализации ОПОП ВО и обеспечения соответствия результатов обучения области, сфере, объектам профессиональной деятельности, области знаний и типам задач профессиональной деятельности.

3. Перечень оценочных средств, используемых для оценивания сформированности компетенций, критерии и шкалы оценивания в рамках изучения дисциплины.

3.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (с ключом ответов).

7 семестр изучения в соответствии с УП	
форма промежуточной аттестации – зачет	
Код и наименование проверяемой компетенции:	ОПК-5 Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическим и средствами анализа;

Задания для текущего контроля успеваемости с ключами ответов

Тестовые задания

Номер задания	Содержание вопроса	Правильный ответ
1. Задание закрытого типа на установление соответствия		
1.	1. САПР конструкторского проектирования позволяет 2. САПР технологического проектирования позволяет А) проектировать технологические процессы, составляющее часть технологической подготовки производства в системах САМ (Computer Aided Manufacturing).; Б) разрабатывать конструкции и их элементы в системах САД (Computer Aided Design). В) произвести расчёты и инженерный анализ в системах САЕ (Computer Aided Engineering).;	1 – Б 2 – А
2. Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача		
2.	Известна живая масса ремонтных телок чернопестрой породы, кг: 320, 296, 316, 292, 345, 378, 266, 282, 373, 290, 356, 342, 364, 388, 307, 327, 345, 370, 365, 343, 285, 297, 314, 349, 379, 358, 362, 345, 378, 360, 289, 294, 345, 369, 380, 275. Вычислить среднюю арифметическую величину, ее ошибку, среднее квадратическое	Составим таблицу с данными и рассчитаем их сумму и сумму квадратов. n (количество телок) = 36 Сумма живых масс (Σx) = 11921 кг Сумма квадратов живых масс (Σx^2) = 4000509 кг ²

	отклонение от средней арифметической и коэффициент изменчивости.	Рассчитаем среднюю арифметическую величину ($\bar{x}$): $\bar{x} = \Sigma x / n$ $\bar{x} = 11921 / 36 = 331.14 \text{ кг}$ Рассчитаем ошибку средней (m): $m = \sqrt{[\Sigma(x - \bar{x})^2 / (n * (n - 1))]}$ $m \approx 6.65 \text{ кг}$ Рассчитаем среднее квадратическое отклонение (σ): $\sigma = \sqrt{[\Sigma(x - \bar{x})^2 / n]}$ $\sigma \approx 41.44 \text{ кг}$ Рассчитаем коэффициент изменчивости (V): $V = (\sigma / \bar{x}) * 100 \%$ $V = (41.44 / 331.14) * 100 \% \approx 12.52 \%$ Таким образом, средняя живая масса составляет 331.14 кг, с ошибкой в 6.65 кг и среднеквадратическим отклонением 41.44 кг. Коэффициент изменчивости показывает, что живая масса телок варьируется на 12.52 % от средней.
3. Задания открытого типа с кратким ответом/ вставить термин, словосочетание....., дополнить предложенное		
3.	Случайные величины, принимающие только целочисленные значения называются _____.	дискретными
4.	Процесс построения информационных моделей с помощью формальных языков это _____.	формализация
4. Задания комбинированного типа с выбором одного/нескольких правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора		
5.	В биологии и медицине наиболее часто применяются модели 1) биологические; 2) информационные; 3) математические; 4) физико-химические; 5) электрические.	1, 2, 3, 4
6.	В каком случае вычисление решения уравнений по формуле Эйлера будет наиболее точным? 1) точность вычислений не зависит от изменений шага по времени (h); 2) чем больше количество шагов по времени (h), тем больше точность вычислений;	4

	3) чем больше шаг по времени (h), тем больше точность вычислений; 4) чем меньше шаг по времени (h), тем больше точность вычислений.	
7.	Верификация модели – это 1) описание модели с помощью математических формул; 2) проверка адекватности задаче, которую планируется решать с помощью модели; 3) создание описательной модели; 4) численные эксперименты с моделью.	2
8.	Динамические модели описываются 1) алгебраическими уравнениями; 2) дифференциальными уравнениями; 3) интегральными уравнениями; 4) тригонометрическими уравнениями.	2
9.	Интегрированные модели 1) имеют практическую направленность; 2) имеют теоретический характер; 3) направлены на расшифровку структуры системы, принципов ее функционирования; 4) применяются, например, с целью получения конкретных рекомендаций для индивидуального больного или группы однородных больных.	2, 3

Задания для промежуточной аттестации с ключами ответов

Тестовые задания

Номер задания	Содержание вопроса	Правильный ответ
1. Задание закрытого типа на установление соответствия		
10.	1. Алгоритмическая форма представления модели это 2. Графическая форма представления модели это А) представление модели на некотором графическом языке (например, язык графов, диаграммы, графики и т.п.); Б) запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритм; В) запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели.	1 – Б 2 – А

2. Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача		
11.	Даны сумма квадратов отклонений, объясняемых моделью линейной регрессии (3500), общая сумма квадратов отклонений (5000) и сумма квадратов отклонений ошибки (1500). Найти коэффициент детерминации двумя способами.	
3. Задания открытого типа с кратким ответом/ вставить термин, словосочетание....., дополнить предложенное		
12.	Процесс выбора наилучшего варианта решения задачи из совокупности возможных вариантов, или путь достижения цели при данных условиях и ресурсах, или процесс приведения системы в наилучшее состояние это _____.	оптимизация
13.	Процесс, в рамках которого реализуется взаимодействие между элементами технологической системы при изменяющихся условиях это _____.	эксперимент
4. Задания комбинированного типа с выбором одного/нескольких правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора		
14.	Кажущийся объем — это 1) весь объем крови; 2) весь объем межтканевой жидкости; 3) объем конкретного органа; 4) такой гипотетический объем, в котором нужно было бы растворить введенное	4

	количество препарата, чтобы его концентрация оказалась равной концентрации, реально наблюдающейся в крови.	
15.	Как может помочь математическая модель в лечебном процессе? 1) определить минимальную терапевтическую дозу; 2) определить минимальную токсическую дозу; 3) подобрать допустимую дозу вводимого вещества; 4) подобрать кратность (интервал) введения лекарственного вещества.	3, 4
16.	Какие виды математических моделей вы знаете, относительно описания изменений процессов во времени? 1) динамические; 2) дифференциальные; 3) статистические; 4) статические.	1, 4
17.	Какие модели вы знаете в зависимости от круга решаемых задач? 1) дифференцированные; 2) интегрированные; 3) максимальные; 4) минимальные.	2, 4
18.	Каким образом лучше подбирать интервал времени, через который будет вводиться новая доза препарата для проведения длительного лечения? 1) время введения не должно укладываться в сутках целое число раз; 2) интервал времени t_1 лучше подбирать таким образом, чтобы он кратно укладывался в течение суток (т.е. 24 ч. должно делиться на t_1 без остатка); 3) интервал времени t_1 лучше подбирать таким образом, чтобы он укладывался 2 раза в сутки;	2

	4) интервал времени t_1 лучше подбирать таким образом, чтобы он укладывался 3.5 раза в сутки.	
--	---	--

7 семестр изучения в соответствии с УП	
форма промежуточной аттестации – зачет	
Код и наименование проверяемой компетенции:	ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

Задания для текущего контроля успеваемости с ключами ответов

Тестовые задания

Номер задания	Содержание вопроса	Правильный ответ
1. Задание закрытого типа на установление соответствия		
19.	1. Система трехмерного проектирования, как твердотельного, так и поверхностного, оперирующая геометрией на уровне объектов - инженерных элементов. В системе реализуется проектирование сверху вниз - нисходящее проектирование. 2. Система автоматизированного проектирования французской фирмы Dassault Systèmes на базе платформы 3DEXPERIENCE. Комплексная система автоматизированного проектирования (CAD), технологической подготовки производства (CAM) и инженерного анализа (CAE), включающая в себя инструментарий трёхмерного моделирования, подсистемы программной имитации сложных технологических процессов, развитые средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации. А) Pro/ENGINEER (PTC Creo Parametric - новая версия); Б) CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) В) Unigraphics NX	1 – А 2 – Б
2. Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача		
20.	В свободно размножающейся популяции доля особей AA равна 0,81. Какая часть должна быть гетерозиготной Aa? Вычислите это, используя формулу Харди-Вайнберга.	Находим частоту доминантного аллеля (p): В формуле Харди-Вайнберга доля гомозигот AA обозначается как p^2.

		Дано, что доля особей АА равна 0,81, то есть $p^2 = 0,81$. Извлекая квадратный корень, получаем $p = \sqrt{0,81} = 0,9$. Находим частоту рецессивного аллеля (q): Сумма частот всех аллелей в популяции равна 1, то есть $p + q = 1$. Следовательно, $q = 1 - p = 1 - 0,9 = 0,1$. Вычисляем долю гетерозигот ($2pq$): Доля гетерозигот Аа в популяции обозначается как $2pq$. $2pq = 2 * 0,9 * 0,1 = 0,18$.
3. Задания открытого типа с кратким ответом/ вставить термин, словосочетание....., дополнить предложенное		
21.	Безразмерная величина, составленная из размерных физических параметров, определяющих рассматриваемое физическое явление называется критерием _____.	подобия
22.	Совокупность точно заданных правил решения некоторого класса задач или набор инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для решения определённой задачи это _____.	алгоритм
4. Задания комбинированного типа с выбором одного/нескольких правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора		
23.	Какой закон используется для создания математических моделей? 1) закон сохранения вещества; 2) закон сохранения импульса; 3) закон сохранения электрического заряда; 4) закон сохранения энергии.	1
24.	Клиренс — это 1) количество плазмы, освобождаемое (очищаемое) от препарата за единицу времени; 2) скорость введения вещества; 3) скорость выведения вещества; 4) суммарная скорость выведения всех веществ из организма.	2
25.	Когда математическое моделирование получило наиболее широкое распространение? 1) в 17 веке; 2) в 19 веке; 3) в 20 веке; 4) в 5 в. до н.э..	3
26.	Количество уравнений в камерной модели фармакокинетики равно 1) количеству камер;	1

	2) количеству потоков вещества, покидающих в камеру; 3) количеству потоков вещества, поступающих в камеру; 4) на 2 больше, чем количество камер.	
27.	Компартмент – это 1) все газы крови; 2) некоторое количество вещества, выделяемое в биологической системе и не обладающее свойством единства; 3) некоторое количество вещества, выделяемое в биологической системе и обладающее свойством единства; 4) физический объект.	3

Задания для промежуточной аттестации с ключами ответов

Тестовые задания

Номер задания	Содержание вопроса	Правильный ответ
1. Задание закрытого типа на установление соответствия		
28.	1. Система твердотельного параметрического моделирования механических конструкций В системе используется технология граничного моделирования (B-representation) с аналитическим или сплайновым описанием поверхностей. 2. Система для трёхмерного твердотельного моделирования в которой синтез конструкций выполняется с помощью булевых операций над объёмными примитивами, модели деталей формируются путём выдавливания (в том числе по криволинейным траекториям – кинематическая операция) или вращения контуров, построением тела по заданным сечениям. А) КОМПАС Б) Solid Works В) Autodesk	1 – Б 2 – А
2. Задание открытого типа с развернутым ответом/ задача		
29.	У крупного рогатого скота черная масть (ген А) доминирует над красной (ген а). В популяции ярославского скота, состоящей из 850 животных, 799 имели черную масть и 51 – красную. Определите частоту фенотипов, концентрацию генов А и а и структуру популяции по генотипам.	1. Частота фенотипов: Красная масть (aa): 51 животное / 850 животных = 0,06 или 6,0%. Черная масть (AA или Aa): 799 животных / 850 животных = 0,94 или 94,0%. 2. Концентрация аллелей: Частота рецессивного аллеля (q): По закону Харди-Вайнберга, частота

		рецессивных гомозигот (aa) равна квадрату частоты рецессивного аллеля (q^2). $q^2 = 0,06$ $q = \sqrt{0,06} \approx 0,245$ (или 0,25, если округлить для простоты) Частота доминантного аллеля (p): Используя закон Харди-Вайнберга ($p + q = 1$), найдем p. $p = 1 - q$ $p \approx 1 - 0,245 \approx 0,755$ (или 0,75) 3. Структура популяции по генотипам (по закону Харди-Вайнберга): Генотип aa: $q^2 = 0,06$ или 6%. Генотип Aa (гетерозиготы): $2pq \approx 2 * 0,755 * 0,245 \approx 0,37$ или 37%. Генотип AA (гомозиготы): $p^2 \approx (0,755)^2 \approx 0,57$ или 57%.
3. Задания открытого типа с кратким ответом/ вставить термин, словосочетание....., дополнить предложенное		
30.	Методы, применяемые для выбора оптимальной структуры объекта, рационального взаимодействия его элементов и получения максимального конечного эффекта называются методами _____.	системного анализа
31.	Отрасль знаний, наука, в которой излагаются общие вопросы сбора, измерения, мониторинга, анализа массовых статистических (количественных или качественных) данных и их сравнение; изучение количественной стороны массовых общественных явлений в числовой форме это _____.	статистика
4. Задания комбинированного типа с выбором одного/нескольких правильного ответа из предложенных с последующим объяснением своего выбора		
32.	Компартментальные и камерные модели наиболее часто применяются 1) в биологии; 2) в фармакокинетике; 3) в фармакологии; 4) в физиологии.	2
33.	Математическая модель – это 1) описание какого-либо класса объектов или явления на разговорном языке; 2) описание какого-либо класса объектов или явления с помощью математической символики; 3) физическое описание объекта; 4) химическое описание объекта.	2

34.	Математический аппарат фармакокинетики 1) алгебраические модели; 2) математические фармакокинетические модели; 3) системы простых дифференциальных уравнений; 4) статистические модели.	2, 3
35.	Математический аппарат фармакокинетики- это 1) алгебраические модели; 2) математические фармакокинетические модели; 3) статистические модели; 4) физиологические модели.	2
36.	Метод «черного ящика» – это 1) описание живых систем в понятиях вход – выход; 2) описание живых систем в понятиях вход – состояние; 3) описание живых систем в понятиях вход – состояние – выход; 4) описание живых систем в понятиях состояние – выход.	1

3.2. Критерии и шкалы оценивания.

Текущий контроль по дисциплине

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется в соответствии с локальным актом университета (положением), регламентирующим проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся и организации учебного процесса.

Промежуточная аттестация по дисциплине

Форма промежуточной аттестации – 7 семестр - Зачет.

На промежуточной аттестации обучающийся оценивается зачтено; не зачтено.

Результат обучения по дисциплине считается достигнутым при получении обучающимся оценки «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» по каждому из контрольных мероприятий, относящихся к данному результату обучения.

Критерии оценки образовательных результатов обучающихся на зачете по дисциплине

Качество освоения ОПОП рейтинговые баллы	Оценка зачета, зачета с оценкой (нормативная) 5-балльной шкале	Уровень достижений в компетенций	Критерии оценки образовательных результатов
---	---	----------------------------------	---

85-100	Зачтено, 5, отлично	Высокий (продвинутый)	ЗАЧТЕНО, ОТЛИЧНО заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 85-100. При этом, на занятиях, обучающийся исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно излагал учебно-программный материал, умел тесно увязывать теорию с практикой, свободно справлялся с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, предусмотренные программой. Причем обучающийся не затруднялся с ответом при видоизменении предложенных ему заданий, правильно обосновывал принятое решение, демонстрировал высокий уровень усвоения основной литературы и хорошо знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Как правило, оценку «отлично» выставляют обучающемуся, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значение для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).
70-84	Зачтено, 4, хорошо	Хороший (базовый)	ЗАЧТЕНО, ХОРОШО заслуживает обучающийся, обнаруживший осознанное (твёрдое) знание учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 70-84. На занятиях обучающийся грамотно и по существу излагал учебно-программный материал, не допускал существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применял теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владел необходимыми навыками и приёмами их выполнения, уверенно демонстрировал хороший уровень усвоения основной литературы и достаточное знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Как правило, оценку «хорошо» выставляют обучающемуся, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).

60-69	Зачтено, удовлетворительно	3, Достаточный (минимальный)	ЗАЧТЕНО, УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО заслуживает обучающийся, обнаруживший минимальные (достаточные) знания учебно-программного материала на занятиях и самостоятельной работе. При этом, рейтинговая оценка (средний балл) его текущей аттестации по дисциплине входит в диапазон 60-69. На занятиях обучающийся демонстрирует знания только основного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей профессиональной работы, слабое усвоение деталей, допускает неточности, в том числе в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий и работ, знакомый с основной литературой, слабо (недостаточно) знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценку «удовлетворительно» выставляют обучающемуся, допускавшему погрешности в ответах на занятиях и при выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).
Менее 60	Не зачтено, неудовлетворительно	2, Недостаточный (минимального)	НЕ ЗАЧТЕНО, НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО выставляется обучающемуся, который не знает большей части учебно-программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы на занятиях и самостоятельной работе. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся продемонстрировавшего отсутствие целостного представления по дисциплине, предмете, его взаимосвязях и иных компонентов. При этом, обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на недостаточном уровне или не сформированы. Рейтинговые баллы назначаются обучающемуся с учётом баллов текущей (на занятиях) и (или) рубежной аттестации (контроле).

Промежуточная аттестация может проводиться в форме компьютерного тестирования. Обучающемуся отводится для подготовки ответа на один вопрос открытого и закрытого типа не менее 5 минут.

Итоговая оценка при проведении зачета выставляется с использованием следующей шкалы.

Оценка	Правильно решенные тестовые задания (%)
«зачтено»	60-100
«незачтено»	0-59