

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им.  
Х.М. Бербекова» (КБГУ)

Институт химии и биологии

Кафедра биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ  
живых систем

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ А.Ю. Паритов

Директор ИХиБ \_\_\_\_\_ А.М.Хараев

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.04 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**  
**БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Направление подготовки  
06.04.01 «Биология»

Профиль подготовки  
«Биология клетки», «Биоэкология»

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
Очная

**Нальчик 2021**

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» /сост. А.Ю. Аккизов – Нальчик: КБГУ, 2021. - 20 с.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 11 августа 2020 г. № 934.

**Составитель \_\_\_\_\_ А.Ю. Аккизов**

## Содержание

1	Цель и задачи освоения дисциплины	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины	4
4	Содержание и структура дисциплины	4
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	7
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	12
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	13
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины	16
9	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины	18
10	Приложения	19

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины: формирование научного взгляда на биологические процессы с использованием методов математического моделирования.

**Задачи** освоения дисциплины:

- ознакомление с современными достижениями в области математического моделирования биосистем;
- обучение владению современными методами математического моделирования биологических процессов.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана Б1.В.04, преподается в течение 1 семестра на 1 курсе. Для освоения дисциплины необходимы знания по математике и информационным технологиям. В свою очередь, сведения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» составляют практическую основу для освоения автоматизированного математического обеспечения биологических экспериментов.

## 3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

- способность владеть необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований (**ОПК-6.3**).
- способность владеть методами анализа достоверности и оценки перспективности результатов проведенных экспериментов и наблюдений; опытом обобщения и анализа научной и научно-технической информации; опытом представления полученных результатов в виде докладов и публикаций (**ОПК-7.3**).

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:** основы математического моделирования биологических процессов.

**Уметь:** строить математическую модель, исследуемого биологического процесса.

**Владеть** навыками построения и использования математических моделей в биологических исследованиях.

**Приобрести опыт деятельности** по формализованному описанию, наблюдаемых в биологическом эксперименте явлений.

## 4 Содержание и структура дисциплины

Таблица 1

### Содержание дисциплины, перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции	Форма текущего контроля
Раздел 1	Модели роста популяций	Классификация моделей. Основные понятия. Модели, описываемые одним	ОПК-6.3, ОПК-7.3	ДЗ, К, РК

		<p>дифференциальным уравнением. Понятие стационарного состояния и его устойчивости. Определение экспоненциального и логистического роста. Решения уравнений экспоненциального и логистического роста. График зависимости для численности. Анализ устойчивости стационарных состояний. Определение модели с наименьшей критической численностью. График временной зависимости численности. Анализ устойчивости стационарных состояний.</p>		
Раздел 2	<p>Моделирование автокаталитических реакций</p>	<p>Активные автоволновые среды. Уравнение диффузии. Решение уравнения диффузии. Система реакция-диффузия. Неустойчивость гомогенного стационарного состояния. Распространение волны в системах с диффузией. Система реакция-диффузия для двух уравнений. Исследование устойчивости гомогенного стационарного состояния. Типы неустойчивостей. Распределенная система «Брюсселятор» как модель активной среды. Реакция Белоусова-Жаботинского. Модели окраски шкур животных.</p>	ОПК-6.3, ОПК-7.3	ДЗ, К, РК
Раздел 3	<p>Моделирование в микробиологии</p>	<p>Триггер Жакоба и Моно. Модели в микробиологии. Проточный культиватор. Модели взаимодействия популяций. Вольтеровские модели</p>	ОПК-6.3, ОПК-7.3	ДЗ, К, РК

		конкуренции и хищник-жертва. Обобщенные модели Колмогорова, МакАртура, Базыкина. Структура параметрических портретов. Колебания в биологических системах. Понятие автоколебаний и предельного цикла. Бифуркация Хопфа рождения предельного цикла. Модель брюсселятор. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Колебания в гликолизе. Колебания кальция.		
--	--	---	--	--

Таблица 2

### Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	1-й год обучения	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
Практические занятия (ПЗ)	34	34
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>65</b>	<b>65</b>
Самостоятельное изучение разделов	48	48
Самоподготовка	17	17
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
<b>Вид аттестации</b>	<b>зачет</b>	<b>зачет</b>

**4.1 Лекции** по данной дисциплине планом не предусмотрены.

**4.2 Практические занятия (семинары).**

Таблица 3

### Тематический план практических занятий

№ ЛР	№ раздела	Наименование практической работы	Кол-во часов
1	1	Введение в математическое моделирование	2
2	1	Экспоненциальный и логистический рост популяции	4
3	1	Модель популяции с наименьшей критической численностью	4
4	2	Дискретное логистическое уравнение. Лестница Ламерея	4
5	2	Система линейных химических реакций	4

6	2	Распределенные системы	4
7	3	Модель отбора из равноправных	4
8	3	Модель конкуренции и модель «хищник-жертва»	4
9	3	Брюсселятор	4
Итого:			34

**4.3 Лабораторные работы** по данной дисциплине не предусмотрены.

**4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

Таблица 4

**Тематический план самостоятельной работы**

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	Экспоненциальный и логистический рост популяции	6
1	Модель популяции с наименьшей критической численностью	6
2	Дискретное логистическое уравнение. Лестница Ламерея	6
2	Система линейных химических реакций	6
2	Распределенные системы	6
3	Модель отбора из равноправных	6
3	Модель конкуренции и модель «хищник-жертва»	6
3	Брюсселятор	6
Итого:		48

**4.5 Курсовой проект (курсовая работа)** по данной дисциплине планом не предусмотрены.

**5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

**5.1. Оценочные материалы для текущего контроля.**

**Текущий контроль** успеваемости осуществляется по результатам устного опроса и выполненных рефератов.

**5.1.1. Оценочные материалы для устного опроса (контролируемые компетенции ОПК-6.3, ОПК-7.3):**

Типовые вопросы для устного опроса:

**Тема 1. Введение в математическое моделирование.**

1. Понятие математической модели.
2. Применение математических моделей в биологии.
3. Примеры математических моделей биологических процессов.
4. Перспективы математического моделирования в биологии.

**Тема 2. Экспоненциальный и логистический рост популяции.**

1. Понятие экспоненциального роста популяции.

2. Примеры экспоненциального роста популяции.
3. Понятие логистического роста популяции.
4. Примеры логистического роста популяции.

**Тема 3. Модель популяции с наименьшей критической численностью.**

1. Понятие критической численности популяции.
2. Примеры популяций с критической численностью.
3. Особенности моделирования популяции с критической численностью.
4. Примеры применения моделей популяций с наименьшей критической численностью.

**Тема 4. Дискретное логистическое уравнение. Лестница Ламерея.**

1. Понятие дискретного логистического уравнения.
2. Примеры дискретного логистического уравнения.
3. Понятие лестницы Ламерея.
4. Примеры лестницы Ламерея.

**Тема 5. Система линейных химических реакций.**

1. Понятие линейной химической реакции.
2. Примеры линейной химической реакции.
3. Проблемы моделирования линейных химических реакций.
4. Применение математических моделей систем линейных химических реакций в биологии.

**Тема 6. Распределенные системы.**

1. Понятие распределенных систем.
2. Применение моделей распределенных систем для описания поведения социальных насекомых.
3. Применение моделей распределенных систем для описания интеллекта человека.
4. Проблемы математического моделирования распределенных систем.

**Тема 7. Модель отбора из равноправных.**

1. Понятие модели отбора из равноправных.
2. Примеры применения моделей отбора из равноправных.
3. Проблемы применения моделей отбора из равноправных.
4. Математическое моделирование выбора из равнозначных.

**Тема 8. Модель конкуренции и модель «хищник-жертва».**

1. Понятие модели конкуренции.
2. Примеры моделей конкуренции в биологии.
3. Понятие модели «хищник-жертва».
4. Примеры моделей «хищник-жертва» в биологии.

**Тема 9. Брюсселятор.**

1. Понятие брюсселятора.
2. Примеры применения модели брюсселятора в биологии.
3. Проблемы математического моделирования брюсселятора.
4. История создания брюсселятора.

**Критерии формирования оценок устного опроса**

*В результате устного опроса, знания обучающегося оцениваются по следующей шкале:*



**4 балла**, ставится, если обучающийся: 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное биологических понятий; 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**3 балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «4», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**2 балла**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**менее 2 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

### **5.1.2. Оценочные материалы для выполнения рефератов (контролируемые компетенции ОПК-6.3, ОПК-7.3):**

#### Примерные темы рефератов:

1. Колебания в биологических системах.
2. Понятие предельного цикла.
3. Модельные системы мягкого и жесткого рождения предельного цикла.
4. Колебания в темновых процессах фотосинтеза.
5. Колебания в гликолизе.
6. Вольтеровские модели.
7. Зависимость типа фазового портрета от параметров.
8. Активные автоволновые среды.
9. Неустойчивость гомогенного стационарного состояния.
10. Распространение волны в системах с диффузией.

#### Требования к реферату

Общий объём реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль. Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы. В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 60%

#### Критерии оценки реферата:

«Отлично» (4 балла) ставится, если выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности.

«Хорошо» (3 балла) – выполнены основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы. Обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи.

«Удовлетворительно» (2 балла) – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод. Обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления.

«Неудовлетворительно» (менее 2 баллов) – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения.

## **5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.**

**Рубежный контроль** успеваемости осуществляется на коллоквиумах. В течение семестра проводится *три таких контрольных мероприятия по графику.*

Типовые варианты вопросов на коллоквиум (контролируемые компетенции ОПК-6.3, ОПК-7.3):

1. Принцип «узкого места»
2. Колебания в биологических системах.
3. Понятие предельного цикла.
4. Модельные системы мягкого и жесткого рождения предельного цикла.
5. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Колебания в гликолизе.

Критерии оценки результатов коллоквиума:

«Отлично» (7 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме коллоквиума.

«Хорошо» (5-6 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме коллоквиума, допуская незначительные неточности.

«Удовлетворительно» (3-4 балла) – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся дает неполный ответ.

«Неудовлетворительно» (менее 3 баллов) – ставится за работу, если правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

### **5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.**

**Промежуточная аттестация** осуществляется по результатам устного зачета.

Вопросы к зачету (контролируемые компетенции ОПК-6.3, ОПК-7.3):

1. Понятие математической модели.
2. Классификация математических моделей.
3. Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением.
4. Понятие стационарного состояния. Устойчивость.
5. Модели роста популяций.
6. Экспоненциальный рост.
7. Логистический рост.
8. Модель с наименьшей критической численностью.
9. Дискретные модели популяций с неперекрывающимися поколениями (дискретная логистическая модель).
10. Возрастная матрица Лесли.
11. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений. Фазовая плоскость.
12. Типы особых точек. Бифуркационная диаграмма.
13. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка.
14. Линеаризация в окрестности стационарного состояния.
15. Мультистационарные системы. Переключение триггера. Отбор одного из равноправных видов.
16. Триггер Жакоба и Моно. Триггерные системы в ферментативном катализе.
17. Иерархия времен.
18. Принцип «узкого места»
19. Колебания в биологических системах.
20. Понятие предельного цикла.
21. Модельные системы мягкого и жесткого рождения предельного цикла. Примеры.
22. Колебания в темновых процессах фотосинтеза. Колебания в гликолизе.
23. Динамический хаос.
24. Модели взаимодействия популяций. Вольтерровские модели: модели конкуренции и хищник-жертва.
25. Зависимость типа фазового портрета от параметров. Понятие параметрического портрета.
26. Распределенные системы. Активные автоволновые среды.
27. Уравнение диффузии. Решение уравнения диффузии. Система реакция-диффузия.
28. Неустойчивость гомогенного стационарного состояния. Распространение волны в системах с диффузией.
29. Система реакция-диффузия для двух уравнений. Исследование устойчивости гомогенного стационарного состояния.
30. Типы неустойчивостей.
31. Распределенная система «Брюсселятор» как модель активной среды.
32. Метаболические модели. Формулировка и исследование.
33. Отличие стехиометрических (стационарных) и кинетических моделей.
34. Метод анализа стационарных потоков. Задача оптимизации для метаболической модели.
35. Виды целевых функций и ограничений в метаболических моделях.

Критерии оценки промежуточной аттестации:

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию. При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

## 6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая обучающимся по дисциплине включает две составляющие (см. Приложение 1):

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения обучающимся учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний обучающегося по результатам промежуточной аттестации (не более 25 баллов).

Критерии оценки качества освоения дисциплины (см. Приложение 2):

**Оценка «зачтено» (без процедуры сдачи зачета) – от 56 до 70 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

**Оценка «зачтено» (с процедурой сдачи зачета – от 36 до 55 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки.

**Оценка «не зачтено» – менее 36 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

Таблица 6

### Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов	Вид оценочного материала, обеспечивающего формирование компетенций
Способность владеть необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и	<b>Владеть:</b> математическим аппаратом и навыками анализа и хранения	Текущий контроль успеваемости. Рубежный контроль успеваемости.

<p>хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований (ОПК-6.3).</p>	<p>электронных изображений, а также опытом модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>применять математический аппарат и навыки анализа и хранения электронных изображений, а также опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований</p> <p><b>Знать:</b></p> <p>методы математического анализа и хранения электронных изображений, а также опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований</p>	<p>Промежуточная аттестация.</p>
<p>Способность владеть методами анализа достоверности и оценки перспективности результатов проведенных экспериментов и наблюдений; опытом обобщения и анализа научной и научно-технической информации; опытом представления полученных результатов в виде докладов и публикаций (ОПК-7.3).</p>	<p><b>Владеть:</b></p> <p>методами анализа достоверности и оценки перспективности результатов проведенных экспериментов и наблюдений; опытом обобщения и анализа научной и научно-технической информации; опытом представления полученных результатов в виде докладов и публикаций</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>анализировать достоверность и оценивать перспективность результатов проведенных экспериментов и наблюдений; обобщать и анализировать научную и научно-техническую информацию; представлять полученные результаты в виде докладов и публикаций</p> <p><b>Знать:</b></p> <p>методы анализа достоверности и оценки перспективности результатов проведенных экспериментов и наблюдений; опыт обобщения и анализа научной и научно-технической информации; опыт представления полученных результатов в виде докладов и публикаций</p>	<p>Текущий контроль успеваемости. Рубежный контроль успеваемости. Промежуточная аттестация.</p>

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность владеть методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности (ОПК-6.3), а также способность владеть культурой библиографических исследований и формирования библиографических списков (ОПК-7.3).

## 7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Козлов Ж.Ж. Математический анализ генетического кода. М.: Бином, 2012. ЭБС «Лань»  
- Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Заславский Б.Г., Полуэктов Р.А. Управление экологическими системами. М..1988
2. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. «За пределами роста» М., Прогресс. 1994.
3. Торнли Дж. Математические модели в физиологии растений. Киев, 1982

### 7.3. Периодические издания

Журнал «Биотехносфера» (ЭБС "Консультант студента").

### 7.4. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» обучающиеся обеспечены доступом (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	ЭБД РГБ	Электронные версии <b>885898</b> полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru">http://www.diss.rsl.ru</a>	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)
2.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около <b>12,5 тыс.</b> журналов	<a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая <b>21.000</b> рецензируемых журналов; <b>100.000</b> книг; <b>370</b> книжный серий (продолжающихся изданий); <b>6,8</b> млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ
4.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около <b>4000</b> иностранных и <b>3900</b> отечественных научных журналов, рефераты публикаций <b>20</b> тысяч журналов, а также описания <b>1,5</b> млн.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Полный доступ

		зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе		
5.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
6.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

Кроме того обучающиеся могут воспользоваться профессиональными сетевыми ресурсами:

1. Информационная система «Динамические модели в биологии»  
<http://dmb.biophys.msu.ru>
2. Кафедра биофизики биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова  
<http://www.biophys.msu.ru>
5. Институт математических проблем биологии РАН  
<http://www.impb.ru>

## 7.5 Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы

### 7.5.1 Методические указания к работе над конспектом лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций. Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### *7.5.2 Методические указания к практическим занятиям*

Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических продукционных процессов. М., Изд. МГУ, 1988

### *7.5.3 Методические указания к работе над рефератом*

Реферат представляет собой сокращенный пересказ содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Реферат, как правило, состоит из введения, в котором кратко обосновывается актуальность, научная и практическая значимость избранной темы, основного материала, содержащего суть проблемы и пути ее решения, и заключения, где формируются выводы, оценки, предложения. Общий объем реферата 20 листов. Содержание реферата студент докладывает на семинаре, кружке, научной конференции. Предварительно подготовив тезисы доклада, студент в течение 7 - 10 минут должен кратко изложить основные положения своей работы. После доклада автор отвечает на вопросы, затем выступают оппоненты, которые заранее познакомились с текстом реферата, и отмечают его сильные и слабые стороны. На основе обсуждения обучающемуся выставляется соответствующая оценка.

### *7.5.4 Методические указания к самостоятельной работе*

Шаов М.Т., Пшикова О.В., Аккизов А.Ю. Синергетика. Методические рекомендации. – Нальчик: Каб.-Балк. ун-т, 2015. – 23 с.

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### *8.1 Требования к материально-техническому обеспечению*

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине «Биология размножения и развития» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий используются:

#### *1. Лицензионное программное обеспечение:*

- продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);
- антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition.

#### *2. Свободно распространяемые программы:*

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.



## *8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья*

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих.

2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые):

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся.

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- экзамен проводится в письменной форме.

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**Лист изменений (дополнений)**  
в рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов»  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология на 2021-2022 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры физиологии, генетики и молекулярной биологии*

протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ **А.Ю. Паритов**

## Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№ п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1.	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2.	Текущий контроль:	до 24 баллов	до 8 б.	до 8 б.	до 8 б.
	Ответ на 3 вопроса	от 0 до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
	Полный правильный ответ	до 12 баллов	4 б.	4 б.	4 б.
	Неполный правильный ответ	от 6 до 9 б.	от 2 до 3 б.	от 2 до 3 б.	от 2 до 3 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	от 0 до 3 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.	от 0 до 1 б.
	Выполнение самостоятельных заданий	от 0 до 12 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.	от 0 до 4 б.
3.	Рубежный контроль	до 36 баллов	до 12 б.	до 12 б.	до 12 б.
	тестирование	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5б.	от 0 до 5 б.
	коллоквиум	от 0 до 21б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.	от 0 до 7 б.
4.	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70 баллов	до 23 б.	до 23 б	до 24 б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24 б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24 б

## Критерии оценки качества освоения дисциплины

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
56-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенций: - способность владеть необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований (ОПК-6.3); - способность владеть методами анализа достоверности и оценки перспективности результатов проведенных экспериментов и наблюдений; опытом обобщения и анализа научной и научно-технической информации; опытом представления полученных результатов в виде докладов и публикаций (ОПК-7.3).
36-55	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ОПК-6.3, ОПК-7.3, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы.