

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ

Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета

Образовательная программа

06.03.01 Биология

Профиль подготовки

Общая биология

Биохимия

Уровень высшего образования

бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование в биологии» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень бакалавриата) от 7 августа 2014 года № 944.


Разработчик(и): кафедра биохимии и биофизики, Пиняскина Елена Владимировна, к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» марта 2020 года,
протокол № 7.

Зав. кафедрой  Халилов Р.А.
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «25»
марта 2020 г., протокол № 7.

Председатель  Рамазанова П.Б.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «26» марта 2020 г. 

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ» входит в вариативную часть дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными закономерностями математического моделирования биологических процессов в живых системах.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-1; профессиональных – ПК-8.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экза- мен	Форма про- межу- точной атте- стации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации				
7	72	60	20	40				12	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование в биологии» является формирование у бакалавров математического мышления при работе с данными экологических исследований и экспериментов, знакомство с основными методами математической обработки биологических и экологических данных, приемами анализа, хранения и интерпретации биологической экологической информации, а также обучение методам знакового и объектного моделирования биологических процессов, с последующей оценкой корректности разработанных моделей.

Задача: научить пользоваться компьютером и прикладными программами при проведении научных исследований является современным требованием ко всем специалистам, работающим практически в любой области молекулярной биологии, биохимии и биофизики.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Математическое моделирование в биологии» относится к вариативной части дисциплин образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.01 Биология.

Курс опирается на знания магистров, полученные при изучении следующих дисциплин: «Математика и математические методы в биологии», «Методы статистического анализа в биологии», «Экология популяций и сообществ», «Экология животных», «Микробиология», биологических дисциплин бакалавриата, компьютерного моделирования в биохимии.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе	Знает: базовые понятия математического моделирования; особенности кинетики биологических

	информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	систем; Умеет: применять математический аппарат для построения кинетических моделей биологических процессов моделировать биологические процессы с последующей критической оценкой предложенных моделей. Владеет: практическими навыками и знаниями использования современных компьютерных технологий в биологических и экологических исследованиях, приемами моделирования биологических процессов
ПК-8	способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	Знает: универсальные пакеты прикладных компьютерных программ; Умеет: создавать базы экспериментальных биологических данных, использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации. Владеет: методами работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятельная	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточ-
-------	---------------------------	---------	-----------------	--	-----------------	---

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самостоятел. раб.		ной аттестации (по семестрам)
Модуль 1.									
1	Математические модели в биологии	7		2		4		6	Устный опрос, программированный опрос, презентации и доклады <u>Формы промежуточной аттестации:</u> коллоквиумы презентации, работа на компьютере во внеучебное время, программированный опрос
2-3	Модели биологических систем, описываемые одним диф. уравнением первого порядка			4		8			
4-5	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений			4		8			
	Итого за модуль 1			10		20		6	
Модуль 2.									
6	Модели роста популяций.			2		4		6	Устный и письменный, программированный опрос, презентации
7-8	Классические модели			4		8			
9-10	Математические модели в биологии			4		8			
	Итого за модуль 2			10		20		6	
	ИТОГО:	72		20		40		12	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1.

Содержание темы: **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ**

1. Понятие модели.
2. Объекты, цели и методы моделирования.
3. Модели в разных науках. Компьютерные и математические модели.
4. История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов.
5. Регрессионные, имитационные, качественные модели.
6. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Специфика моделирования живых систем.

Модуль 2.

Тема 2-3. МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ОПИСЫВАЕМЫЕ ОДНИМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЕМ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Содержание темы:

1. Модели, приводящие к одному дифференциальному уравнению.
2. Стационарное состояние (состояние равновесия).
3. Устойчивость состояния равновесия.
4. Решение линейного дифференциального уравнения
5. Примеры: экспоненциальный рост, логистический рост.
6. Рост колонии микроорганизмов
7. Популяционное моделирование

Тема 4-5. МОДЕЛИ, ОПИСЫВАЕМЫЕ СИСТЕМАМИ ДВУХ АВТОНОМНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ.

Содержание темы:

- Фазовая плоскость.
- Фазовый портрет.
- Метод изоклин.
- Главные изоклины.
- Устойчивость стационарного состояния.
- Линейные системы.

- Типы особых точек: узел, седло, фокус, центр.
- Пример: химические реакции первого порядка

Тема 6. МОДЕЛИ РОСТА ПОПУЛЯЦИЙ.

Содержание темы **Модели роста популяций:**

- Непрерывные модели: экспоненциальный рост,
- логистический рост,
- модели с наименьшей критической численностью.
- Модели с неперекрывающимися поколениями.
- Дискретное логистическое уравнение.

Тема 7-8. КЛАССИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ

Содержание темы: **Классические модели**

- Ограничения по субстрату. Модели Моно и Михаэлиса-Ментен.
- Базовая модель взаимодействия. Конкуренция. Отбор.
- модель альтернативного синтеза двух ферментов Жакоба и Моно как триггерная система
- Классические модели Лотки и Вольтерра
- Колебания и ритмы в биологических системах

Тема 9-10. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ В БИОЛОГИИ

- Модели взаимодействия видов.
- Автоколебательные системы.
- Гликолиз

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине

Модуль 1.

Лабораторное занятие 1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ: ПОСТРОЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ЛОТКИ-ВОЛЬТЕРРА

▪ **Задача 1**

Рассчитайте, какова будет численность оленей через 1, 3, 5 и 10 лет при полном отсутствии хищников. Отобразите изменения численности оленей в течение данного периода времени графически. Исходная численность оленей – 200, где $a_1=2$, $a_2=-1$, $b_1=-0,1$, $b_2=0,1$

▪ **Задача 2**

Рассчитайте, какова будет численность оленей через 1, 3, 5 и 10 лет, если начальная численность волков составляет 15 особей и не изменяется на протяжении указанного периода времени.

Отобразите изменения численности оленей в течение данного периода времени графически.

▪ **Задача 3**

Рассчитайте, какова будет численность оленей через 1, 3, 5 и 10 лет, если начальная численность волков составляет 15 особей и возрастает на 10% ежегодно.

Отобразите изменения численности оленей в течение данного периода времени графически.

Лабораторное занятие 2. МОДЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ОПИСЫВАЕМЫЕ ОДНИМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЕМ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Построить динамическую модель, визуализировать полученные расчетные данные, дать анализ модели, исходя из следующих условий:

Для производства вакцины на заводе выращивают культуру бактерий. Экспериментально установлена скорость размножения бактерий. Известно также, что при увеличении числа бактерий начинается самоотравление, причем количество погибающих бактерий пропорционально квадрату биомассы. Определенную массу забирают ежедневно на нужды производства. ($X=100$, $a=2$, $b=0,01$, $M=20$)

Требуется установить, как будет меняться масса бактерий с течением времени. Визуализировать полученную модель

Лабораторное занятие 3. КИНЕТИКА МОНО- И БИМОЛЕКУЛЯРНОЙ РЕАКЦИИ.

Исходя из следующих условий, построить фазовый портрет динамической системы. исследовать устойчивость системы, используя матричную модель и методом Ляпунова, определить тип особой точки, найти уравнения асимптот

$$y' = \frac{x - 4y}{2y - 3x}$$

Лабораторное занятие 4. КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ (1)

Рассмотреть механизм ферментативной реакции. Описать кинетику реакции системой дифференциальных уравнений, с учетом коэффициентов

k=	1	k _{my} =	3
k _{ppa} =	4	q=	10
k _{mx} =	1.5	k _{my'} =	0.4
h=	0.1		

Лабораторное занятие 5. КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ (2)

Рассмотреть механизм ферментативной реакции. Описать кинетику реакции системой дифференциальных уравнений, с учетом коэффициентов. Дать графическое представление результатов расчетов зависимости скорости реакции от нескольких факторов.

k=	5	k _{my} =	20
k _{ppa} =	20	q=	2
k _{mx} =	2	k _{my'} =	0,8
h=	0.1		

Модуль 2

Лабораторное занятие 6.

Используя программу Excel, построить модель брюсселятора, если $A=0,6$ $B=1,2$
 $H=0,4$ $x=0,1$ $y=1$

$$\frac{\partial x}{\partial t} = A + X^2Y - (B + 1)X + \frac{\partial^2 x}{\partial r^2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = BX - X^2Y + \frac{\partial^2 y}{\partial r^2}$$

Лабораторное занятие 7 КИНЕТИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ РЕАКЦИИ.

Построить модель простейшей ферментативной реакции, если

t	E	ES	S	P	K1	2	Для E = $-k_1*[E][S]+k_2*[ES]+k_3[ES]$
0	1	0	5	0	K2	1	Для ES= $k_1*[E][S]-k_2[ES]-k_3*[ES]$
					K3	6	Для S = $-k_1*[E]*[S]+k_2*[ES]$
					H	0.	
					=	1	Для P= $k_3*[ES]$
							Для T =

Лабораторное занятие 8 СУБСТРАТНОЕ ИНГИБИРОВАНИЕ

Построить гликолитическую модель. Описать кинетику реакции системой дифференциальных уравнений, с учетом коэффициентов, если

t0=	x0=	y0=		k=	1
0	12,00	6,00		kmx=	2
				каппа=	20
				kmy=	40
				q=	10
				kmy' =	0,1
				h=	0,1

Лабораторное занятие 9-10 МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ПОПУЛЯЦИИ В ПРОГРАММЕ MATHCAD И CHEMGRAF

Построить модели процессов, используя следующие условия:

1. Рост опухоли, которая увеличивается экспоненциально, можно описать простым дифференциальным уравнением. Со временем константа роста опухоли уменьшается. Найти зависимость размера роста опухоли от времени, построить график. Исходные значения: $a:=2$ $b:=1$ $V_0:=5$

$$V(t) := V_0 \cdot e^{\frac{a \cdot (1 - e^{-b \cdot t})}{b}}$$

2. Рассмотреть рост популяции $p(t)$ от времени (t) . Если пища и условия жизни не лимитированы и если $p(t)$ увеличивается пропорционально концентрации, найти $p(t)$. Исходные значения: $c:=1$ $p_0:=1$

$$p(t) := p_0 \cdot e^{c \cdot t}$$

5. Образовательные технологии

Предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги). Кроме того: лекции, практические занятия, письменные задания, интернет во внеаудиторное время, программированный опрос по тестовым заданиям, устный опрос, презентации, видеоролики и обучающие видеофильмы. По дисциплине предусмотрено 12 часов занятий в интерактивных формах, с применением следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.

В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе выполнения практических заданий, подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления отчетов по пропущенной теме и лабораторных работах. На практических занятиях проводится изучение видеоматериалов, демонстрирующих математические методы в решении проблем современной биологии. Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- обработка учебного материала по учебникам и лекциям,
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, презентаций
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических занятиях, проверка письменных контрольных работ.

6.1. Вопросы для самостоятельной работы:

1. Животным пустыни приходится преодолевать большие расстояния между источниками воды. Как зависит максимальное расстояние, которое способно преодолеть животное, от его размера?
2. Пусть сила тяжести на некой гипотетической планете составляет $2/g$ земной, а атмосферное давление в 2 раза меньше, чем на Земле, однако парциальное давление кислорода то же, что и на Земле. Каков будет максимальный вес летающих животных на этой планете, если на Земле он составляет 14 кг?
3. X_n и Y_n — численности жертвы и хищника соответственно в n -м году.

Взрослые особи обоих видов, участвовавшие в размножении в этом году, погибают до наступления следующего. Каждая самка хищника дает потомство, из которого до следующего года доживает $R=Xn/20$ особей. Каждая самка жертвы дает $R=6 /Yn$ особей, доживающих до следующего года и участвующих в размножении

4. а) найдите равновесные численности хищника и жертвы.
5. Популяция бактерий растет, подчиняясь логистическому уравнению: равновесная плотность составляет $5 \cdot 10^8$ клеток на 1 мл. При малой плотности популяция удваивается за 40 мин. Какова будет плотность популяции через 2 час, если начальная плотность равна: а) 10^8 клеток на 1 мл: б) 10^9 клеток на 1 мл?
6. Если в начальный момент в ящике было 200 взрослых особей, то какой приблизительно будет численность взрослых особей в последующие 30 дней.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1	Выпускник обладает способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической	знает основные методы и методические приемы математического моделирования биологических процессов, основы проведения вычислительно-	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, лабораторная работа

	<p>культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</p>	<p>го эксперимента. Умеет: оценивать программное обеспечение и перспективы его использования с учетом решаемых профессиональных задач; в учебной деятельности, моделировать биологические процессы с последующей критической оценкой предложенных моделей. Владеет: основным методам математической обработки информации; навыками работы с программными средствами общего и профессионального назначения; применения базового ПО и специализированных программных систем; знаниями о современных методах обработки данных экспериментальных исследований в биологии.</p>	
ПК -8,	<p>способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных</p>	<p>Знает: универсальные пакеты прикладных компьютерных программ; Умеет: создавать базы экспериментальных биологических данных, использовать основные технические средства поиска научно-</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование, лабораторная работа</p>

	биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	биологической информации. Владеет: методами работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	
--	--	--	--

7.2. Типовые контрольные задания

Примерные задания для проведения промежуточного контроля

Вопросы к 1 модулю

1. Классификация моделей биологических систем.
2. Объект, метод и цель моделирования. Качественные, регрессионные и имитационные модели.
3. Математический аппарат моделирования биологических систем. Модели, описываемые одним уравнением. Понятие устойчивости стационарного состояния и устойчивости решения.
4. Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением.
5. Автономное и неавтономное уравнение. Аналитическое решение.
6. Уравнение с запаздыванием. Возможные типы решения. Метод Ляпунова и графический метод исследования устойчивости стационарного состояния.
7. Модели роста отдельной популяции. Непрерывные модели Мальтуса, Ферхюльста, модель с минимальной критической численностью.
8. Модели популяций с неперекрывающимися поколениями. Типы решений: ограниченный рост, колебания, хаос. Бифуркационная диаграмма.
9. Модели с запаздыванием. Учет возрастной структуры популяции.
10. Модели, описываемые двумя уравнениями. Фазовая плоскость и фазовый портрет.
11. Метод изоклин. Главные изоклины вертикальных и горизонтальных касательных. Система двух линейных уравнений, ее решение. Особые точки.

12. Система двух автономных дифференциальных уравнений общего вида. Метод Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния (линеаризации решения в окрестности особой точки). Примеры: уравнения химической реакции Лотки и уравнения взаимодействия видов Вольтерра.
13. Модели взаимодействия видов.
14. Классификация типов взаимодействий. Вольтерровские модели.
15. Обобщенная модель Колмогорова. Типы трофических функций.
16. Автоколебательные системы. Модель темповых процессов фотосинтеза.
17. Примеры: модель Лоренца, модель хищник - две жертвы.
18. Понятие идентификации динамических моделей. Общая схема идентификации системы. Методы идентификации параметров динамических моделей.
19. Для уравнения Лотка - Вольтерра с логистической поправкой (модель конкурирующих видов с "логистической поправкой") проанализировать решение и фазовый портрет

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = (a - bx_2)x_1 - \alpha \cdot x_1^2 \\ \frac{dx_2}{dt} = (-c + dx_1)x_2 - \alpha \cdot x_2^2 \end{cases}$$

20. Распределенные системы. Структуры и автоволны в активных биологических средах.
21. Проанализировать решение и фазовый портрет для системы Лотка – Вольтерра

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = (a - bx_2)x_1, \\ \frac{dx_2}{dt} = (-c + dx_1)x_2, \end{cases} \quad \text{где } a, b, c, d > 0.$$

22. Для взаимоотношений типа "хищник-жертва" или "паразит-хозяин" проанализировать решение и дать интерпретацию фазового портрета

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_1(a_1 - b_{12}x_2 - c_1x_1), \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_2(a_2 + b_{21}x_1 - c_2x_2). \end{aligned}$$

23. Решить логистическое уравнение с запаздыванием, построить график процесса и дать интерпретацию результатов

$$\frac{dN}{dt} = rN(t) \left[1 - \frac{N(t-T)}{K} \right].$$

24. Модель ограниченный роста Ферхюльста. Построить график роста популяции и дать интерпретацию результатов
25. Что такое предельный цикл? Биологические ритмы и их анализ на фазовой плоскости

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right).$$

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40% и промежуточного контроля - 60%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- выполнение лабораторных заданий – 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 40 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 5 баллов.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Бландов А.Н. Кинетика ферментативных реакций [Электронный ресурс]:

учебно-методическое пособие/ Бландов А.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2015.— 30 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66505.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

2 Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тупик Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 230 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13016.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

3. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Часть 1 [Электронный ресурс]/ Ризниченко Г.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Москва-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002.— 232 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17629.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

4. Ризниченко Г. Ю. Математические модели в биофизике и экологии. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, – 2003, –184 с. <http://www.iprbookshop.ru/16565.html> (дата обращения 03.06.2018)

б) дополнительная литература:

1. Рубин А.Б. Биофизика. Том 1. Теоретическая биофизика [Электронный ресурс]: учебник/ Рубин А.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004.— 448 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13075.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

2. Багаев С.Н. Система кровообращения и артериальная гипертензия. Биофизические и генетико-физиологические механизмы, математическое и компьютерное моделирование [Электронный ресурс]/ Багаев С.Н., Бибердорф Э.А., Блохин А.М.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2008.— 252 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15816.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

3 Биофизика [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ В.Г. Артюхов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва, Екатеринбург: Академический Проект, Деловая книга, 2016.— 295 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60018.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

4. Сетубал Ж. Введение в вычислительную молекулярную биологию [Электронный ресурс]/ Сетубал Ж., Мейданис Ж.— Электрон. текстовые данные.—

Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007.— 420 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16497.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)

5. Математическая биология и биоинформатика: электронный журнал <http://www.matbio.org/about.php> 12.09.2018

6. Корниш-Боуден Э. *Основы ферментативной кинетики*. – М.:Мир. – 1979.

7. Шустер Г. *Детерминированный хаос*. М.: Мир, 1988. – 240 с.

8. Ж. Сетубал, Ж. Мейданис *Введение в вычислительную молекулярную биологию* НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2007 год, 420 с.

9. Гланц С., *Медико-биологическая статистика*. Пер. с англ. - М. Практика, 1998. - 459 с

10. Philip E. Bourne, Helge Weissig, «*Structural Bioinformatics*» Wiley-Liss | ISBN 0471202002 2003 649 P

11. Математическая биология и биоинформатика: электронный журнал <http://www.matbio.org/about.php>

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки бакалавров по направлению 06.03.01 Биология:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>

Лицензионный договор № 2693/17от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. *Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)*

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).

4. **Moodle** [Электронныйресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. -

URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).

5. Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru> на основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> / (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
9. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
10. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru> 9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com> Доступ предоставлен на неограниченный срок

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала можно организовать в процессе выполнения практических работ, подготовки к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления рефератов.

Задания по самостоятельной работе могут быть разнообразными:

- проработка учебного материала при подготовке к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к зачету, написании рефератов и курсовых работ;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Используются следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т.д), HYPERCHEM, ChemSketch, Chemcraft, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДГУ, инновационную систему тестирования, а также сетевую версию.

При осуществлении образовательного процесса студентами используются следующие информационно справочные системы: автоматизированная система управления (Деканат), электронные издания УМК, Видео-презентации к лекциям на закрытой части сайта группы «математическое моделирование биологических процессов», Виртуальные справочные службы, Библиотеки, Англоязычные ресурсы и порталы по биологии.

В случае проведения занятий с использованием инновационных дистанционных технологий используются следующие аналоги традиционных занятий, представленных в таблице.

Лекции-презентации	
Лабораторные занятия/семинары	решение задач, коллективные тренинги, тест-тренинги, деловая онлайн игра
Консультации	Скайп консультации; Форум консультации
Контрольные процедуры	Контрольные процедуры Системы «онлайн-тренажер»: - тренировочное тестирование; - итоговое тестирование; - текущий тестовый контроль; - контроль остаточных знаний; Промежуточная аттестация (зачет)
Учебно-методические материалы	Слайд-лекции;
	Мониторинг работы с текстами;
	Деловая Оффлайн игра;
Самостоятельная работа	Изучение экспериментальных статей по дисциплине; Анализ и изучение обзоров публикаций научных статей

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- мультимедиа-проектор - демонстрация
- компьютер- демонстрация
- персональные компьютеры