

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета
ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Анализ данных в биологических
дисциплинах**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

06.04.01 Биология

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Магистерская программа Молекулярная биология и иммунология

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов» относится к обязательной части ОПОП по направлению подготовки 06.04.01 Биология. Дисциплина обязательна для освоения в 1 семестре.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-3 Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает: -основные философские концепции классического и современного естествознания, основы учения о биосфере, основные методы и результаты экологического мониторинга, модели и прогнозы развития биосферных процессов;	Знать: основные философские концепции классического и современного естествознания, основы учения о биосфере, основные методы и результаты экологического мониторинга, модели и прогнозы развития биосферных процессов;	тестирование; устные ответы на вопросы при фронтальном опросе на занятиях; устные ответ на вопросы в ходе проведения зачета
	ОПК-3.2. Умеет: -применять методы системного анализа для оценки экологических последствий антропогенной деятельности;	Уметь: применять методы системного анализа для оценки экологических последствий антропогенной деятельности;	решение ситуационных заданий.
	ОПК-3.3. Владеет: -методологией прогнозирования экологических последствий развития избранной профессиональной сферы, имеет опыт выбора путей оптимизации технологических решений с позиций экологической безопасности.	Владеть: методологией прогнозирования экологических последствий развития избранной профессиональной сферы, имеет опыт выбора путей оптимизации технологических решений с позиций экологической безопасности.	доклады.
ОПК-6 Способен творчески применять и	ОПК-6.1. Знает: -пути и перспективы применения	Знать: пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в	тестирование; устные ответы на вопросы при

модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании;	биологических науках и образовании.	фронтальном опросе на занятиях; устные ответ на вопросы в ходе проведения зачета
	ОПК-6.2. Умеет: -работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области профессиональной деятельности;	Уметь: работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области профессиональной деятельности;	решение ситуационных заданий.
	ОПК-6.3. Владеет: -необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований.	Владеть: необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований.	доклады.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 29 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (14 часов занятий лекционного типа, 14 часов занятия семинарского типа, 1 час мероприятия промежуточной аттестации), 43 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	14
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	14
самостоятельная работа	43
КСР	1
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	зачет

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (ра-бота во взаимодействии преподавателем), ча- сы из них			Самостоятельная работа обучающихся, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Глава 1 Основные типы математических моделей биологических процессов	14	2	2	4	10
Глава 2 Методы исследования математических моделей	20	5	5	10	10
Глава 3 Примеры математических моделей биологических процессов различного уровня	20	5	5	10	10
Глава 4 Разработка математического описания конкретного биологического процесса и его анализ	17	2	2	4	13
<i>В т.ч. текущий контроль</i>	2				
Промежуточная аттестация - зачет					

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется на зачете.

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: устные ответы на вопросы при фронтальном опросе на занятиях; решение ситуационных заданий; доклады.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 14 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: работы с научной информацией, в том числе с использованием цифровых технологий; обработки и критической оценки результатов исследований; организации и проведения научного исследования по актуальной проблеме в сфере биомедицинских исследований с использованием живых организмов и биологических систем различных уровней организации;

- компетенций: **ОПК-3** Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности; **ОПК-6** Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

самостоятельное изучение литературы (учебников, справочных материалов, специальных источников, монографий, статей из периодических изданий и т.п.), необходимой для освоения теоретических вопросов, подготовки к зачету;

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;

- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;

- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет;
- подготовка к тестам;
- подготовка докладов;
- подготовка к решению индивидуальных заданий.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	некоторыми недочетами				
--	------------------------	----------------------------	-----------------------	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы для оценки сформированности компетенций ОПК-3

1. Общие представления о математическом моделировании биологических процессов. Понятие моделирования. Физические и математические модели. Преимущества и недостатки математического моделирования.
2. Регрессионные модели биологических процессов. Типы регрессионных моделей. Теоретическое обоснование их применимости. Область применения таких моделей. Определение параметров регрессионных моделей и оценка эффективности описания ими исследуемого процесса. Примеры моделей.
3. Регрессионные модели как инструмент прогнозирования «поведения» биологических систем в различных условиях.

ОПК-6:

1. Методы аналитического решения систем дифференциальных уравнений.
2. Методы качественного решения «точечных» систем дифференциальных уравнений.

3. Методы качественного решения систем дифференциальных уравнений с распределенными в пространстве параметрами.
4. Современные программные инструменты для моделирования и анализа фотосинтеза на различных уровнях и лежащие в их основе математические модели.
5. Современные программные инструменты для моделирования различных аспектов водного обмена и лежащие в их основе математические модели. Программные инструмент OnGuard.

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций

Для текущего контроля уровня знаний, полученных и закрепленных в процессе изучения как отдельной темы, так и блока из нескольких тем могут использоваться тесты. Время, выделяемое на выполнение данного задания, варьируется из расчета: 1 мин. на вопрос теста (от 10 до 15 вопросов, предел длительности контроля – 25 минут). Тестирование исключает возможность использования учебных материалов.

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	30 минут
Предлагаемое количество вопросов из комплекта тестов	20
Последовательность выборки тестов	случайная
Критерии оценки:	
«отлично»	(90-100)% правильных ответов
«хорошо»	(70-89)% правильных ответов
«удовлетворительно»	(50-69)% правильных ответов
«неудовлетворительно»	менее 50 % правильных ответов

ОПК-3:

1. Планер самолета в аэродинамической трубе является моделью:

- А. Кинетической.
- Б. Физической.
- В. Математической.
- Г. Химической.

2. Математическое моделирование биологических систем НЕ позволяет:

- А. Делать достоверные краткосрочные прогнозы развития.
- Б. Исследовать механизмы, протекающих в системе процессов.
- В. Делать достоверные долгосрочные прогнозы развития.
- Г. Интерпретировать результаты экспериментов.

3. Основная функция биологических математических моделей на основании регрессионных уравнений:

- А. Осуществлять краткосрочное прогнозирование.
- Б. Выявлять механизмы биологических процессов.
- В. Интерпретировать результаты экспериментов.
- Г. Выявлять потенциальные режимы поведения биосистемы.

ОПК-6:

1. Результатом аналитического решения точечной системы дифференциальных уравнений является:

- А. Фазовый портрет системы.
- Б. Уравнения, описывающие временные зависимости переменных в явном виде.
- В. Ряды данных, описывающие временные зависимости переменных.
- Г. Любой из отмеченных вариантов.

2. Результатом качественного решения точечной системы дифференциальных уравнений

является:

А. Фазовый портрет системы.

Б. Уравнения, описывающие временные зависимости переменных в явном виде.

В. Ряды данных, описывающие временные зависимости переменных.

Г. Любой из отмеченных вариантов.

3. Результатом численного решения точечной системы дифференциальных уравнений является:

А. Фазовый портрет системы.

Б. Уравнения, описывающие временные зависимости переменных в явном виде.

В. Ряды данных, описывающие временные зависимости переменных.

Г. Любой из отмеченных вариантов.

4. Специализированным программным инструментом для анализа моделей биологических систем является:

А. Model Vision Studium

Б. Mathcad

В. DBSolveOptimum

Г. Python

5. Среди нижеперечисленных программных продуктов языком программирования является:

А. Model Vision Studium

Б. Mathcad

В. DBSolveOptimum

Г. Python

6. Специализированным программным инструментом для моделирования влияния изменений климата на продуктивность растений в глобальном масштабе является:

А. Model Vision Studium

Б. OnGuard

В. WIMOVAC

Г. DBSolveOptimum

5.2.3. Примеры типовых ситуационных заданий для оценки сформированности компетенций:

ОПК-3:

1. При анализе скорости перехода электрона с Q_A на Q_B в фотосистеме II высших растений выявлено, что при увеличении концентрации рост скорости переноса происходит линейно. Оценить применимость закона действующих масс в данной ситуации, обосновать полученный вывод. Записать уравнение для скорости переноса.

ОПК-6

1. Дана упрощенная реакция $CO_2 \cdot H_2O \xrightleftharpoons[k_-]{k_+} HCO_3^- + H^+$. Постройте на основании

химической реакции, дифференциальные уравнения (систему уравнений) и решите ее аналитически для концентрации CO_2 . При этом принять, что суммарная концентрация $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и HCO_3^- - постоянна и равна S , и что в начальный момент времени концентрация CO_2 равна S .

- 2 Рассчитать поток электронов через фотосистему II (ETR(PSII)), при условии, что свето-вой поток (PPD) составляет $240 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$, относительное поглощения света (β) – 0.88, квантовые выходы фотосистем I и II в условиях слабого освещения (Φ_{PSI}^0 и Φ_{PSII}^0) (менее $60 \text{ мкмоль м}^{-2}\text{с}^{-1}$) составляют 0.89 и 0.86, а в условиях указанного освещения (Φ_{PSI} и Φ_{PSII}) – 0.5 и 0.38.

5.2.4. Темы докладов для оценки сформированности компетенцией ОПК-6 на семинарских занятиях:

Студентам предлагается индивидуально подготовить доклад и его презентацию. Оценочное средство в виде подготовки доклада с последующей презентацией используется при проведении практического занятия во время аудиторной работы. Студентам предлагается самостоятельно проанализировать проблему, подготовить доклад, на его основе сделать презентацию доклада и выступить перед студенческой аудиторией с представлением результатов исследования.

Параметры оценочного средства

Предел длительности контроля	10-15 минут
Критерии оценки:	
«отлично»	содержание презентации соответствует теме доклада, информация изложена четко и логично, является достоверной; включает примеры из практики; количество цитируемых источников литературы более 10; выделены ключевые особенности характеризуемого объекта; присутствует творческий, оригинальный подход
«хорошо»	содержание презентации соответствует теме доклада, информация, в целом, изложена четко и логично, является достоверной; количество цитируемых источников литературы более 7; ключевые особенности характеризуемого объекта, в целом, упомянуты.
«удовлетворительно»	тема доклада раскрыта поверхностно; перегружена текстом; количество источников литературы не превышает 7; ключевые особенности объекта не выделены

- **Примеры тем докладов на семинарах:**
- Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений(ОДУ).
- Стандартные пакеты программ для решения ОДУ в среде MATLAB.
- Синтаксис среды MAT LAB.
- Основные операции над множествами, матрицами, векторами, числами.
- Ознакомление со стандартными пакетами программ для решения ОДУ в средеMAT LAB.
- Формирование правой части системы дифференциальных уравнений в М-файле.
- Обращение в командном окне MAT LABа к решателю ОДУ.
- Обращение к графическому пакету для построения фазового портрета.
- Оптимальный выбор параметров счета. Анализ типичных ошибок.
- Модели фотосинтетических процессов лежащие в основе автоматизированного анализа данных РАМ-флуориметрии с использованием программного обеспечения Dual-PAM-100 (Heinz Walz GmbH, Германия).
- Модели фотосинтетических процессов лежащие в основе автоматизированного анализа

данных ЛР-теста с использованием программного обеспечения М-РЕА-2 (Hansatech Instruments Ltd, Великобритания).

- Модели фотосинтетических и транспирационных процессов лежащие в основе автоматизированного анализа данных с использованием программного обеспечения инфракрасного газоанализатора GFS-3000 (Heinz Walz GmbH, Германия).
- Современные подходы для автоматизированного выявления параметров ответа мембранного потенциала в электрофизиологических измерениях на клеточном уровне.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины(модуля)

а) основная литература:

Рубин А. Б. - Биофизика: учеб. для студентов биол. специальностей вузов: в 2 кн. Кн. 1. - М.: Высшая школа, 1987. 319 с. (108 экз. в библиотеке ННГУ)

Рубин А. Б. - Биофизика: учеб. для студентов биол. специальностей вузов: в 2 кн. Кн. 2. - М.: Высшая школа, 1987. 302 с. (90 экз. в библиотеке ННГУ)

Волькенштейн М.В. Биофизика. С.-Пб.: М., Краснодар: «Лань», 2012 г. Доступно на ЭБС «Лань. Режим доступа <https://e.lanbook.com/reader/book/3898/#594>.

Ризниченко Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии. М. Из-во Юрайт, 2017. Доступно на ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <https://biblio-online.ru/viewer/F6B58D55-D654-4E69-9ECB-D14394A2CA3E>.

б) дополнительная литература:

Photosynthesis in silico. Understanding Complexity from Molecules to Ecosystems. Laik A., Nedbal L., Govindjee (Eds.) // Advances in Photosynthesis and Respiration. 2009. V. 29. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4020-9237-4>.

Lambers H., Chapin III F.S., Pons T.L. Plant Physiological Ecology. Second Edition. New York: Springer, 2008. <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-0-387-78341-3>.

Wellens T., Shatokhin V., Buchleitner A. Stochastic resonance // Rep. Prog. Phys. 2004. V. 67. P. 45–105. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0034-4885/67/1/R02/pdf>.

Tessone C.J., Mirasso C.R., Toral R., Gunton J.D. Diversity-Induced Resonance // Phys. Rev. Lett. 2006. V. 97. P. 194101. <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.97.194101>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Среда разработки R

Microsoft Windows Professional 7 Russian

Microsoft Office 2010 Russian

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,

ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению (специализации) 06.04.01 Биология, магистерская программа «Биохимия, биотехнология и физиология растений».

Автор _____

Рецензент _____

Заведующий кафедрой биофизики Воденеев В.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от «6» сентября 2022 года, протокол №1.