

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

(MΓΟΥ)

Биолого-химический факультет
Кафедра общей биологии и биоэкологии

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной
деятельности

«22» июня 2021 г.

Начальник управления

/Г.Е. Суслин /

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол «22» июня 2021 г. №5

Председатель

/ О.А. Шестакова /

Рабочая программа дисциплины

История и методология биологии

Направление подготовки

06.04.01 Биология

Программа подготовки:

Биоэкология

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
биолого-химического факультета

Протокол «17» июня 2021 г. № 7

Председатель УМКом

/И.Ю. Лялина/

Рекомендовано кафедрой общей
биологии и биоэкологии

Протокол от «10» июня 2021 г. № 11

Зав. кафедрой

/М.И. Гордеев/

Мытищи
2021

Авторы-составители:

Гордеев М.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей биологии и биоэкологии МГОУ

Власов С.В., кандидат биологических наук, доцент кафедры общей биологии и биоэкологии МГОУ

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 934 от 11.08.2020

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Дисциплина реализуется с применением дистанционных образовательных технологий.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2021

Оглавление

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ..	Ошибка! Закладка не определена.
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	Ошибка! Закладка не определена.
3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	6
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ...	25
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	26
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	26
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов умений и навыков математического анализа биологических данных.

Задачи дисциплины:

- расширить знания магистров об использовании необходимых для биологических исследований математических методов;
- дать представление об использовании компьютерных методов статистического анализа биологических данных.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения других дисциплин базовой части математического и естественнонаучного цикла. Полученные в процессе обучения знания могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при написании магистерской диссертации.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	16,2
Лекции	4 ¹
Практические	12
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	48
Контроль	7,8

¹ Реализуется с применением дистанционных образовательных технологий

Форма промежуточной аттестации: зачет во 2 семестре на 1 курсе.

3.2. Содержание дисциплины по очной форме обучения

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Лекции	Практические занятия
Тема 1. Основные принципы моделирования. Метод моделирования как специфический метод в биологии. Характеристика модели и системы-оригинала. Концептуальные и математические модели и этапы их построения. Основные типы моделей.	2	2
Тема 2. Детерминистические модели на основе дифференциальных уравнений. Линейные и нелинейные дифференциальные уравнения. Стационарное состояние. Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Экспоненциальный рост, логистический рост, модель Вольтерра, модель Лесли, модель Розенцвейга – Мак-Артура.		2
Тема 3. Влияние факторов: основы дисперсионного анализа. Статистические гипотезы проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Оценка коэффициента детерминации. Проверка линейных и нелинейных эффектов. Случайные, смешанные и постоянные эффекты. Эффекты взаимодействия. Составляющие компоненты коэффициента детерминации в многофакторном дисперсионном анализе.		2
Тема 4. Зависимости между признаками: основы корреляционного и регрессионного анализа. Основные понятия и задачи корреляционного и регрессионного анализа. Коэффициенты корреляции. Множественная и частная корреляция. Корреляционное отношение и критерий линейности. Линейный регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. Аппроксимация зависимостей с помощью нелинейной регрессии. Методы линеаризации нелинейных зависимостей. Оценка мультипликативных уравнений регрессии.		2
Тема 5. Многомерный статистический анализ. Цели применения многомерных методов в анализе биологических данных. Классификация методов многомерного статистического анализа. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов. Дискриминантного анализа в исследовании структуры объектов и признаков. Основные понятия и задачи кластерного анализа. Анализ дендрограмм кластерных решений.	2	2
Тема 6. Количественных методов в эколого-фаунистических исследованиях. Направления и методы анализа. Модели распределения видов по обилию. Показатели		2

фаунистического разнообразия. Классические морфометрические оценки. Принципы геометрической морфометрии.		
Итого:	4	12

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчётности
Основные принципы моделирования	Сущность моделирования. Концептуальные и математические модели и этапы их построения. Основные типы моделей.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация на практическом занятии Реферат.
Детерминистические модели на основе дифференциальных уравнений	Линейные и нелинейные дифференциальные уравнения. Стационарное состояние. Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация на практическом занятии Реферат.
Основы дисперсионного анализа	Статистические гипотезы проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Оценка коэффициента детерминации.	8	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация на практическом занятии Реферат.
Основы корреляционного анализа и регрессионного анализа	Задачи корреляционного анализа. Вычисление парного коэффициента корреляции Пирсона и его проверка на значимость. Коэффициент ранговой корреляции Спирмэна.	16	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация на практическом занятии Реферат.

	Задачи регрессионного анализа. Линейный регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. Доверительные интервалы и проверка гипотез в линейном регрессионном анализе.				
Методы многомерного статистического анализа	Применения многомерных методов в анализе биологических данных. Метод главных компонент, анализ канонических корреляций.	10	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация на практическом занятии Реферат.
Применение некоторых количественных методов в эколого-фаунистических и морфологических исследованиях.	Модели распределения видов по обилию. Математические методы сравнения фаун и их классификации. Принципы геометрической морфометрии	6	Анализ литературных источников, конспектирование	Основная и рекомендуемая учебная и научная литература Интернет-ресурсы	Доклад, презентация на практическом занятии Реферат.
		48			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	1. Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-8	Пороговый	1.Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2.Самостоятельная работа.	знать: - возможности применения математических методов при изучении биологических процессов и явлений; - основные методы систематизации экспериментального материала; уметь: - применять разные типы современной аппаратуры для полевых и лабораторных исследований в области профессиональной деятельности; - использовать современную вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	Опрос, тестирование Практическое работы. Доклад, презентации.	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания выполнения практической работы. Шкала оценивания доклада. Шкала оценивания презентации. Шкала оценивания тестирования.
	Продвинутый	1.Аудиторная работа на учебных занятиях (лекции, лабораторные занятия); 2.Самостоятельная работа.	уметь: - творчески подходить к выбору современной исследовательской аппаратуры и вычислительной техники для решения инновационных задач в профессиональной	Опрос, тестирование	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания тестирования. Шкала оценивания выполнения контрольных заданий Шкала

			ой деятельности владеть: - навыками работы с прикладными пакетами программ	Практическ ие работы. Доклад, презентаци я. Реферат. Практическ ие работы. Контрольн ые задания	оценивания доклада Шкала оценивания выполнени я практическ ой работы Шкала оценивания презентаци и Шкала оценивания реферата
--	--	--	---	--	--

Шкала оценивания опроса

Критерии оценивания	Баллы
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; магистрант умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины	3
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); магистрант умеет отстаивать свою точку (хотя аргументация не всегда на должном уровне); демонстрирует удовлетворительное знание терминологии дисциплины	2
Ответ неполный как по объему, так и по содержанию (хотя и соответствует теме); аргументация не на соответствующем уровне, некоторые проблемы с употреблением терминологии дисциплины	1

Шкала оценивания выполнения контрольных заданий

Критерии оценивания	Баллы
задания выполнены полностью по плану и сделаны правильные выводы;	2
задания выполнены правильно не менее, чем на половину или допущена существенная ошибка	1
задания не выполнены	0

Шкала оценивания выполнения практической работы

Критерии оценивания	Баллы
Работа выполнена полностью по плану и сделаны правильные выводы;	2
Работа выполнена правильно не менее чем на половину или допущена существенная ошибка	1
Работа не выполнена	0

Шкала оценивания доклада

Критерии оценивания	Баллы
---------------------	-------

Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	5
Доклад в целом соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением нескольких научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на часть вопросов по теме доклада.	3
Доклад не совсем соответствует заявленной теме, выполнен с использованием только 1 или 2 источников, магистрант допускает ошибки при изложении материала, не в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	1

Шкала оценивания презентации

Критерии оценивания	Баллы
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Широко использованы возможности технологии <i>PowerPoint</i> .	5
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении в <i>PowerPoint</i> (не более двух).	3
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии <i>PowerPoint</i> использованы лишь частично.	1

Шкала оценивания реферата

Критерии оценивания	Баллы
Содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, студент показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения	9-10
Содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задачам исследования, работа выполнена на недостаточно широкой источниковой базе и не учитывает новейшие достижения науки, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения	6-8
Содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, источниковая база является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, студент показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы	3-5
Работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, источниковая база исследования является недостаточной для решения поставленных задач, студент показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную	0-2

позицию.	
----------	--

Шкала оценивания тестовых работ (тестов)

Критерии оценивания	Баллы
80–100% – «отлично»	8-10
60–80% – «хорошо»	5-7
30–50% – «удовлетворительно»	2-4
0–20% правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно»	1

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные темы практических работ

Практическая работа № 1. Основные принципы моделирования.

Понятие модели. Объекты, цели и методы моделирования. Первые модели в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Регрессионные, имитационные, качественные модели. Принципы имитационного моделирования. Специфика моделирования живых систем.

Ход работы:

1. Требования к отчетности.
2. Заслушивание и обсуждение докладов и презентаций.
3. Закрепление лекционного материала и результатов самостоятельной работы по теме.
4. Проведение беседы по изученной теме. Подведение итогов.

Практическая работа № 2. Детерминистические модели на основе дифференциальных уравнений.

Линейные и нелинейные дифференциальные уравнения. Стационарное состояние. Устойчивость состояния равновесия. Методы оценки устойчивости. Решение линейного дифференциального уравнения. Анализ некоторых моделей роста популяций. Модель Мальтуса. Логистическая модель Ферхюльста. Популяционное моделирование.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала по теме.
2. Заслушивание и обсуждение докладов и презентаций.
3. Решение задач.
4. Проведение беседы по изученной теме. Подведение итогов.

Практическая работа № 3. Влияние факторов: основы дисперсионного анализа.

Статистические гипотезы проверяемые с помощью дисперсионного анализа. Факториальная, случайная и общая дисперсии. Оценка коэффициента детерминации. Проверка линейных и нелинейных эффектов. Эффекты взаимодействия.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала по теме.
2. Заслушивание и обсуждение докладов и презентаций.
3. Решение задач.
4. Проведение беседы по изученной теме. Подведение итогов.

Практическая работа № 4. Зависимости между признаками: основы корреляционного и регрессионного анализа.

Основные понятия и задачи корреляционного и регрессионного анализа. Коэффициенты

корреляции. Множественная и частная корреляция. Корреляционное отношение и критерий линейности. Линейный регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. Аппроксимация зависимостей с помощью нелинейной регрессии. Методы линеаризации нелинейных зависимостей.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала по теме.
2. Заслушивание и обсуждение докладов и презентаций.
3. Решение задач.
4. Проведение беседы по изученной теме. Подведение итогов.

Практическая работа № 5. Многомерный статистический анализ.

Цели применения многомерных методов в анализе биологических данных. Классификация методов многомерного статистического анализа. Интерпретация главных компонент и факторов. Выделение основных компонент и факторов. Распознавание образов. Дискриминантный анализ в исследовании структуры объектов и признаков. Основные понятия и задачи кластерного анализа. Анализ дендрограмм кластерных решений.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала по теме.
2. Заслушивание и обсуждение докладов и презентаций.
3. Закрепление лекционного материала и результатов самостоятельной работы по теме.
4. Проведение беседы по изученной теме. Подведение итогов.

Практическая работа № 6. Количественных методов в эколого-фаунистических исследованиях.

Направления и методы анализа. Модели распределения видов по обилию. Показатели фаунистического разнообразия. Модели пространственного распределения организмов. Модель «Число видов/площадь». Модели распределения значимости видов. Классические морфометрические оценки. Принципы геометрической морфометрии.

Ход работы:

1. Объяснение нового материала по теме.
2. Заслушивание и обсуждение докладов и презентаций.
3. Проведение беседы по изученной теме. Подведение итогов.

Примерный перечень вопросов для опроса

1. Что такое статистические и динамические совокупности?
2. Каковы достоинства и недостатки выборочного метода исследования?
3. Что такое статистические комплексы?
4. Что такое вариационный ряд, варианта?
5. Что такое совокупность?
6. Какие требования предъявляются к выборке?
7. Что такое репрезентативность выборки?
8. По какой формуле можно определить необходимый объем выборочной совокупности?
9. Перечислите основные статистические показатели.
10. Что такое средняя арифметическая?
11. Что такое средняя квадратическая?
12. Что такое средняя геометрическая?
13. Что такое средняя гармоническая?
14. Что такое мода и медиана?
15. Что такое стандартное отклонение?
16. Что такое дисперсия?

17. Что такое коэффициент вариации?
18. Какие параметры характеризуют нормальное, биномиальное и пуассоновое распределения?
19. Что такое правило 3-х сигм (3σ)?
20. Каковы причины асимметричных распределений?
21. Какие типы распределений, характерные для биологических объектов?
22. Что такое средняя ошибка?
23. В чем заключается ошибка выборочности?
24. Что такое уровень значимости?
25. Что такое нулевая гипотеза?
26. Ошибки I и II рода.
27. Как оцениваются статистические параметры χ , σ , v ?
28. Когда надо пользоваться t-распределением Стьюдента?
29. Параметрические критерии проверки гипотез.
30. Непараметрические критерии проверки статистических гипотез.
31. К каким критериям относятся критерий Ван-дер-Вардена, T-критерий Уайта, критерий знаков, W-критерий Вилкоксона?
32. Зачем нужно измерять соответствие фактических данных ожидаемым?
33. Для чего используют критерий χ^2 хи-квадрат К. Пирсона?
34. Каковы закономерности распределения хи-квадрат?
35. В каких целях применяют дисперсионный анализ?
36. Напишите на бумаге схемы варьирования при одном факторе, при двух и при иерархической схеме.
37. Как установить достоверность влияния изучаемого фактора?
38. Определите понятие "корреляция".
39. Перечислите типы корреляций, приведите примеры.
40. Что такое коэффициент детерминации?
41. Как рассчитать коэффициент корреляции (r) для малых и больших выборок?
42. Каким образом можно определить существенность коэффициента корреляции?
43. Как оценить достоверность r , достоверность разницы между двумя r .
44. Может ли r быть равным 0? Когда $1 \leq r \leq 1$? Почему?
45. Определить понятие "регрессия".
46. Какие бывают формы регрессии?
47. Почему коэффициент регрессии надо называть выборочным?

Примерные темы для подготовки докладов, презентаций

1. Цели и методы моделирования биологических систем. Первые модели в биологии.
2. Классификация моделей биологических процессов. Область применения.
3. Математический аппарат моделирования биологических систем.
4. Модели роста отдельной популяции.
5. Модели популяций с неперекрывающимися поколениями.
6. Модели взаимодействия видов.
7. Классификация типов взаимодействий. Вольтерровские модели.
8. Модели пространственного распределения организмов.
9. Модели распределения видов по обилию.
10. Использование факторного анализа в экологических исследованиях.
11. Применения многомерных методов в анализе биологических данных.
- 12.

Примерные тестовые задания для текущего контроля

1. Открытые системы -

- а) непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией
- б) функционируют вдали от термодинамического равновесия и, следовательно, требуют энергетических затрат для поддержания существования;
- в) объединяют воедино процессы различной физической природы (электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с бес прецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов, обуславливающих существование системы

2. Неравновесные системы -

- а) непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией
- б) функционируют вдали от термодинамического равновесия и, следовательно, требуют энергетических затрат для поддержания существования;
- в) объединяют воедино процессы различной физической природы (электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с бес прецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов, обуславливающих существование системы

3. Мультишкальные системы -

- а) непрерывно взаимодействуют с внешней средой в форме обмена энергией, веществом, информацией
- б) функционируют вдали от термодинамического равновесия и, следовательно, требуют энергетических затрат для поддержания существования;
- в) объединяют воедино процессы различной физической природы (электричество, механика, магнетизм, химия, оптика и др.) с бес прецедентным для неживой природы диапазоном характерных пространственных масштабов величин и временных масштабов процессов, обуславливающих существование системы

4. Линейные модели-

- а) способность отражать нужные свойства объекта с погрешностью не выше заданной.
- б) все функции и отношения, описывающие модель линейно зависят от переменных
- в) включает описание связей между основными переменными моделируемого объекта в установившемся режиме без учета изменения параметров во времени.
- г) модели, в которых установлено взаимно-однозначное соответствие между переменными описывающими объект или явления.

5. Детерминированные модели-

- а) это модели, в которых установлено взаимно-однозначное соответствие между переменными описывающими объект или явления.
- б) оцениваются степенью совпадения значений характеристик реального объекта и значения этих характеристик полученных с помощью моделей.
- в) все функции и отношения, описывающие модель линейно зависят от переменных
- г) это исследование, какого либо объекта или системы объектов путем построения и изучения их моделей

6. Стохастическая модель -

- а) связь между переменными носит случайный характер, иногда это бывает принципиально
- б) включает описание связей между основными переменными моделируемого объекта в установившемся режиме без учета изменения параметров во времени.
- в) характеризует полноту отображения моделью изучаемых свойств реального объекта
- г) описывает связи между основными переменными моделируемого объекта при переходе от одного режима к другому.

7. Какие бывают модели по характеру режимов?

- а) статистическими
- б) динамическими

- в) линейные
- г) смешанные

8. Какое из данных высказываний не относится к основным задачам имитационного моделирования?

- а) проверка гипотез о взаимодействии отдельных элементов и подсистем
- б) прогноз поведения при изменении внутренних характеристик и внешних условий
- в) оптимизация управления
- г) прогноз поведения системы при различных внешних воздействиях, различных способах управления и прочее

9. Имитационная модель -

- а) компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени.
- б) описывает поведение системы для всех моментов времени из некоторого промежутка.
- в) среди параметров модели есть временной параметр, т. е. она отображает систему (процессы в системе) во времени.
- г) представление реальности, один из вариантов модели, как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе.

10. На какие виды можно разделить моделирование?

- а) структурное
- б) искусственное
- в) материальное
- г) идеальное

11. Для стационарного состояния системы характерно:

- а) Отсутствие обмена энергией с окружающей средой
- б) Наличие градиентов
- в) Максимальная энтропия
- г) Минимальная свободная энергия.

12. Часто при изучении кинетики биологических процессов применяется принцип узкого места, который гласит:

- а) Общая скорость превращения вещества во всей цепи реакции определяется наиболее медленной стадией
- б) Общая скорость превращения вещества во всей цепи реакции определяется наиболее быстрой стадией
- в) Общая скорость превращения вещества во всей цепи реакций складывается из скоростей отдельных реакций
- г) Скорость химических реакций в биологических системах определяется не только константами реакций, но и диффузионными процессами.

13. Мультистационарная система, способная переходить из одного стационарного состояния в другое, называется:

- а) Периодической системой
- б) Распределенной системой
- в) Триггерной системой
- г) Кризисной системой

14. Особая точка – это:

- а) Точка фазового пространства, отображающая состояние системы в определенный момент времени
- б) Точка фазового пространства, отображающая местоположение системы, находящейся в стационарном состоянии
- в) Точка фазового пространства, отображающая местоположение системы, находящейся в состоянии термодинамического равновесия
- г) Точка фазового пространства, отображающая местоположение системы, находящейся в устойчивом стационарном состоянии

15. Метод изоклин используют для:

- а) Для вычисления величины diS
- б) Определения устойчивости стационарного состояния системы
- в) Построения бифуркационной диаграммы
- г) Определения местонахождения особых точек на фазовой плоскости

16. Особая точка на фазовой плоскости носит название седла, если:

- а) λ_1 и λ_2 – действительные числа, имеют один знак ($\lambda_1, \lambda_2 > 0, \lambda_1, \lambda_2 < 0$)
- б) λ_1 и λ_2 – действительные числа, имеют разные знаки
- в) λ_1 и λ_2 – комплексно-сопряженные числа, $\text{Re } \lambda > 0$
- г) λ_1 и λ_2 – мнимые числа

17. Изображающая точка – это:

- а) Точка фазового пространства, отображающая состояние системы в определенный момент времени
- б) Точка фазового пространства, отображающая местоположение системы, находящейся в стационарном состоянии
- в) Точка фазового пространства, отображающая местоположение системы, находящейся в состоянии термодинамического равновесия
- г) Точка фазового пространства, отображающая местоположение системы, находящейся в устойчивом стационарном состоянии

18. Для определения устойчивости стационарного состояния системы применяют:

- а) Метод изоклин
- б) Принцип экстремумов
- в) Критерий Ляпунова
- г) Теорему Пригожина

19. Какие из перечисленных характеристик и терминов не имеют отношения к автоколебаниям?

- а) обратная связь
- б) автомодельность
- в) нелинейный элемент
- г) предельный цикл
- д) размерность самоподобия

20. Какие особые точки ни при каком наборе параметров не возникают в модели межвидовой конкуренции

- а) узел
- б) центр
- в) фокус
- д) седло

21. Какие из перечисленных моделей не служат для описания химических превращений?

- а) модель Лотки
- б) модель Николиса-Лефевра
- в) брюсселятор
- г) модель Ван-Дер-Поля
- д) модель Ферхюльста

22. Какие из перечисленных точек не могут быть аттракторами?

- а) узел
- б) центр
- в) фокус
- г) седло

23. Внутри устойчивого предельного цикла имеется одна особая точка. Эта особая точка:

- а) устойчивый фокус или устойчивый узел
- б) неустойчивый фокус или неустойчивый узел
- в) седло

- г) центр
 д) внутри устойчивого предельного цикла не может быть особой точки
24. Какие особые точки имеются в стандартной модели Лотки-Вольтерры?
- а) узел
 б) центр
 в) фокус
 г) седло
25. В каких из перечисленных моделях возможны бифуркации?
- а) модель Мальтуса
 б) модель Лефевра
 в) модель Холлинга-Тэннера
 г) модель гармонического осциллятора
 д) модель Лотки-Вольтерры

Примерные контрольные задания для текущего контроля.

1. Найти производную исходя из определения понятия производной: $y = (1+3x)^2$
2. Численность популяции описывается уравнением: $n(t)=a+bt+ct^2$. Вывести формулу для расчета скорости роста популяции.
3. Численность популяции описывается уравнением: $n(t)=a+b(1+t)^{-2}$. Вывести формулу для расчета скорости роста популяции.
4. В популяцию большого размера занесено инфекционное заболевание. Доля людей, перенесших заболевание, возрастает со временем. Пусть $p(t)$ обозначает долю людей, переболевших этой болезнью за t лет после её возникновения в популяции, и пусть $p(t)=\frac{1-p(t)}{3}$. Найдите $p(t)$ для всех моментов $t>0$, если $p(0)=0$. За сколько лет доля переболевших достигнет 90 % ?
5. Рост популяции описывается уравнением Ферхюльста. Емкость экологической ниши для нее равна 1000. Постройте график динамики численности популяции, если известно, что начальная численность равна: а) 10; б) 700; в) 1200. Скорость роста r равна 0.5. Укажите координаты точки перегиба.
6. 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 $a_1=2$, $a_2=-1$, $b_1=-0,1$, $b_2=0,1$
7. 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
8. Вес цыплят белых леггорнов (в г) за 2 месяца был следующим: 1-я неделя – 62,7; 2-я – 121,4; 3-я – 193,0; 4-я – 380,0; 5-я – 481,0; 6-я – 504,0; 7-я – 719,0; 8-я – 759,0. Определите, на сколько увеличился вес по неделям, и после этого вычислите средний привес по формуле средней геометрической.

9. Были установлены следующие показатели высоты в холке (в см):

	$\bar{x}$	σ
Для телят	60	3
Для молодых коров	100	5

Отличаются ли они по степени изменчивости?

10. В горизонтальных слоях было найдено на каждом квадратном метре поверхности следующее количество экземпляров ископаемого млекопитающего *Litolestesnotissimus*:

Количество экземпляров на квадрат							
Количество квадратов	6						

Определите среднее, σ и σ^2 . К какому типу относится данное распределение?

11. При обследовании 150 взрослых мужчин средний рост был равен 167 см, а $\sigma = 6$ см. В каких пределах находится средняя арифметическая генеральной совокупности с вероятностью 0,99? С вероятностью 0,95?

12. Предполагается произвести выборочным методом определение среднего веса зерен партии пшеницы. Сколько зерен должна содержать выборочная совокупность, чтобы с вероятностью 0,95 отклонение полученного в выборке среднего веса зерен от среднего веса зерен во всей партии не превышало 0,001 г? В предыдущих обследованиях $\sigma = 0,05$ г.

13. Кролик имеет вес 2,0 кг, длину ушей 21см, а средние показатели для популяции в целом равны соответственно 3,5 кг и 25см при сигмах 1,0 и 3,7. Каков измеренный нами кролик по отношению к популяции в целом?

14. Рассчитайте доверительный интервал для средней каждого ряда.

Высота растений нивяника обыкновенного (см):

1) На вершине холма:

34,0; 35,5; 26,0; 29,5; 30,0; 19,5; 33,0; 32,5; 32,0; 18,0; 46,0; 37,5; 23,5; 29,0; 26,5

2) Внизу холма:

43,0; 50,5; 59,5; 51,0; 49,0; 50,5; 39,5; 61,5; 48,0; 51,0; 46,0; 49,5; 47,0; 56,5; 57,5

15. Определите методом хи-квадрат, достоверна ли разница в соотношении полосатых и гладких форм между двумя популяциями улитки *Cepaeanemoralis*:

Местность	Количество улиток		Всего
	Полосатых	Гладких	
Эмеренвиль	32	2	34
Орсэ	120	13	133
Всего	152	15	167

16. Имеются данные о распределении 80 самок серебристо-черных лисиц по количеству щенков в помете:

Классы	Частоты
1	1

2	4
3	10
4	39
5	13
6	7
7	3
8	2
9	1
	$n=80$

Проверьте соответствие вариационного ряда теоретическому, предполагая биномиальное распределение.

17. Изучали продолжительность развития эмбрионов (в днях) кроликов разных пород:

Породы	Продолжительность развития отдельных крольчат									
Альбиносы	30	36	31	30	34	32	34	32	33	32
	35	32	31	33	33	35	31	33	32	33
Шиншилла	31	32	30	34	32	31	30	31	30	31
	30	32	31	32	30	31	33	32	32	33
Голландские	30	29	30	31	30	30	30	31	31	31
	30	31	29	32	31	31	30	31	31	31
Польские	30	31	29	30	29	30	29	31	29	30
	30	30	31	30	30	30	31	30	31	30

Влияет ли породность на продолжительность развития эмбрионов кроликов?

18. Исследовали рачков на различных участках озера Байкал. Изучали количество и длину тела ветвистоусы рачков *Leptodorakindti*. Результаты исследования приведены в таблице. Проведите двуфакторный дисперсионный анализ данных по содержанию нематод.

Эко-трофические группы	Средние размеры тела (мм)				
	1,7	2,3	3	4,5	5,6
Южный Байкал	6	10	15	20	8
Средний Байкал	8	9	6	5	7
Баргузинский залив	40	69	78	83	18
Чивыркуйский залив	56	45	19	55	6

19. Изучено количество водных насекомых в разные сезоны года в пробах из двух рек Северн и Каролины (США):

Месяцы и годы	Отдельные пробы											
	река 1-я								река 2-я			
Декабрь 1952	7	19	18	9	1	15	25	16	10	9	28	14
Март 1953	29	114	24	37	49	64	35	22	18	45	29	27
Июнь 1953	124	63	83	51	81	106	20	26	38	44	127	52
Сентябрь 1953	72	100	67	87	68	9	40	263	189	45	100	115

Примените дисперсионный анализ для установления влияния на количество насекомых сезона года (фактор А) и места сбора насекомых (фактор В).

20. Исследовали влияние гемолитического яда–фенилгидразина – на концентрацию ретикулоцитов (молодых клеток крови) в крови крыс. В опыте использовали три группы крыс: 1 – интактные животные (без каких-либо вмешательств), 2 – введение фенилгидразина, 3 – введение фенилгидразина и 0,9% NaCl. Получили следующие результаты. Провести статистическую обработку экспериментальных данных с помощью дисперсионного анализа, критерия Стьюдента с поправкой БонферониикритерийНьюмена-Кейлса.

№ Крысы	Группы		
	Инт-ные	Фенилгидразин	Фенилгидразин + 0,9% NaCl
1	20,0	109,1	158,1
2	30,1	115,1	152,3
3	23,4	114,7	157,1
4	27,8	116,2	159,6
5	20,1	103,6	154,7
6	23,4	114,8	157,2
7	23,3	110,0	151,0
8	22,8	109,0	160,2
9	18,2	112,0	149,1
10	21,0	115,1	156,8

21. Длины первого молярного x и второго молярного y зубов у ископаемого млекопитающего *Phenacodus primaevus* оказались следующими (в мм):

x	10,7	10,8	10,6	10,7	10,1	11,2	11,4	12,1	12,3	12,0	12,3	12,7	12,9
y	11,2	10,9	10,5	10,5	9,6	11,2	11,3	12,2	12,1	11,7	11,0	13,2	13,0
x	12,8	13,1	13,3	13,3	13,4	12,7	12,5	12,7	13,6	13,5	13,7	13,6	13,8
y	12,2	13,4	12,6	12,2	12,0	11,2	11,4	11,3	13,6	13,2	12,7	12,9	12,3

Определите коэффициент корреляции, оцените его достоверность и установите доверительные границы при $P = 0,05$.

22. Между живым и убойным весом свиней на материала 533 голов был получен $r = 0,986$. Каковы доверительные границы этого коэффициента корреляции при вероятности 0,95?

23. Используя коэффициент ранговой корреляции Спирмена определите существование, силу и направление связи между признаками.

Исследовали активность ЛДГ (Ед/л) в артериальной и венозной крови, взятой из сосудов пуповины новорожденных.

Получены следующие результаты

Артериальная кровь	Венозная кровь
342	919
731	784
633	700
596	692

564	630
572	698
528	655
661	631
369	892
591	639
615	657
637	679
661	704
773	793
625	753
742	800
373	895
568	577

Оцените достоверность коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

24. В 36 анализах крови определяли: x – число эритроцитов (в миллионах), y – содержание гемоглобина (в %) и z – оседание крови за 24 часа (в мм):

x	0,80	0,71	2,63	3,19	2,80	3,14	3,21	3,28	3,63	3,30	4,10	3,29
y	22	45	61	66	72	83	73	82	78	82	81	82
z	8	18	24	26	28	29	30	30	30	30	32	32
x	3,46	3,32	3,11	3,28	3,66	3,90	4,33	3,80	3,82	3,81	4,20	4,47
y	77	80	82	79	84	75	82	79	87	87	87	90
z	32	33	33	34	34	34	34	35	36	37	37	38
x	3,71	4,22	3,90	4,36	1,30	2,50	2,80	3,10	2,87	3,68	3,59	3,40
y	97	96	92	94	27	50	63	71	70	72	76	71
z	40	40	40	44	12	20	26	28	29	30	30	30

Определите коэффициент корреляции r_{xy} , r_{xz} и r_{yz} и коэффициенты частной корреляции $\Gamma_{xz \cdot y}$, $\Gamma_{xy \cdot z}$, $\Gamma_{yz \cdot x}$.

25. Рассчитать значения частного ($z\Gamma_{xy}$) и множественного ($\Gamma_{x \cdot yz}$) коэффициентов корреляции между признаками x - длина соцветия, y - длина листа и z - высота растения, а также ошибки рассчитанных коэффициентов. Сделать выводы о достоверности полученных коэффициентов, объяснить смысл полученных коэффициентов. Значения парных коэффициентов корреляции следующие: $r_{xy}=0,34$; $r_{yz}=0,61$; $r_{xz}=0,83$. Объем выборки равен 100. Стандартное значение коэффициента Стьюдента при числе степеней свободы 97 и уровне значимости 1% равно 1,98.

26. Вычислите коэффициент регрессии по следующему ряду данных (в мм) о длине хвоста (x) и общей длине тела (y) у самок королевской змеи *Lampropeltis polyzona*:

x	37	49	50	51	53	54	68	86	93	106
y	284	375	353	366	418	408	510	627	683	820
x	130	137	142	142	146	149	155	156	187	

y	1056	986	1086	1086	1078	1122	1254	1202	1387	
---	------	-----	------	------	------	------	------	------	------	--

Составьте уравнение регрессии и определите достоверность b.

27. Определяли количество белка в рационе, необходимое для поддержания нулевого азотистого баланса. Связь суточного потребления азота и азотистого баланса определяли при калорийности суточного рациона в 37 и 33 ккал/кг. Найдите уравнения линейной регрессии для обеих групп. Является ли различие между данными уравнениями регрессии статистически значимыми?

Калорийность суточного рациона			
37 ккал/кг		33 ккал/кг	
Потребление азота, мг/кг	Азотистый баланс, мг/кг	Потребление азота, мг/кг	Азотистый баланс, мг/кг
49	-30	32	-32
47	-22	32	-20
50	-29	32	-17
76	-22	51	-10
77	-15	53	-20
99	-10	51	-18
98	-11	52	-21
103	-10	74	4
118	-1	72	-16
105	-4	74	-14
100	-13	98	6
98	-14	97	-7

28. Следующее уравнение выражает зависимость между количеством отелов коров x и удоем за лактацию y (в кг) в пределах первых 7 отелов: $y = 1800 + 70x$. рассчитайте теоретические удои коров после отелов, начиная с первого и кончая седьмым, и изобразите эту закономерность на графике.

29. По данным, приведенным в таблице, вычислить коэффициенты в уравнении регрессии y/x . Связь между переменными предполагается линейной ($y=a+bx$). Построить график теоретической и эмпирической линий регрессии. Проверить с помощью критерия χ^2 совпадение теоретической и эмпирической линии регрессии. Стандартное значение критерия при числе степеней свободы, равном 7, и уровнях значимости 1 и 5% равны 18,475 и 14,067 соответственно.

X	1,2	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8
y								,5
15	4	5						
25	1	3	1					
35	2	3	6	5	3	1		
45		5	9	19	8	7	2	1
55		1	2	7	16	9	4	2
65			1	5	6	4	2	2
75							1	3

1. Моделирование и его роль в познании.
2. Процесс формализации при построении математических моделей.
3. Семейства математических моделей, их преимущества и недостатки.
4. Детерминированные модели.
5. Имитационные модели.
6. Стохастические модели.
7. Матричные модели.
8. Оптимизационные модели.
9. Оптимизация решения при допустимости незначительного загрязнения окружающей среды.
10. Математическое моделирование продукционных процессов в экосистеме.
11. Модель колебания «хищник-жертва», теория и примеры.
12. Модель перекрывания ниш, конкуренция, мерность ниш.
13. Видовое разнообразие, количественная оценка.
14. Математические модели популяций. Основные уравнения, учитывающие конкуренцию, логистическое уравнение.
15. Демографические модели.
16. Моделирование антропогенных воздействий на биосферу.

Контрольные вопросы к зачету

1. Понятие моделирования. Понятие модели.
2. Цели моделирования.
3. Виды моделирования.
4. Этапы построения математической модели.
5. Процесс формализации при построении математических моделей.
6. Классификация математических моделей.
7. Имитационные модели. Примеры имитационных моделей.
8. Использование модели и анализ результатов моделирования.
9. Общие принципы описания кинетического поведения биологических систем.
10. Модели, описываемые одним дифференциальным уравнением. Понятие стационарного состояния. Устойчивость.
11. Динамические модели экологических процессов.
12. Модели роста популяций. Экспоненциальный рост.
13. Модели роста популяций. Логистический рост.
14. Модели взаимодействия популяций. Вольтеровские модели: модели конкуренции и хищник-жертва.
15. Модель "хищник-жертва" с ограничением хищника
16. Модели взаимодействия видов.
17. Возрастная матрица Лесли.
18. Сравнение выборочных параметров. Нулевая гипотеза. Уровень существенности. Степени свободы. Параметрические и непараметрические критерии различия.
19. Изучение влияния факторов. Дисперсионный анализ. Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ.
20. Реализация дисперсионного анализа в прикладных статистических программах. Применение дисперсионного анализа в экологии.
21. Корреляционная связь. Линейная корреляция. Частная и множественная корреляция. Нелинейная корреляция. Оценка нелинейности связи.
22. Регрессия. Понятие об уравнении регрессии. Линейная и нелинейная регрессия. Методы интерполяции.

23. Построения регрессионных моделей на основе планирования экспериментов.
24. Линейный и нелинейный множественный регрессионный анализ.
25. Многомерные статистические методы в экологических исследованиях.
26. Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа.
27. Методы классификационного анализа. Применение дискриминантного анализа в экологии.
25. Кластерный анализ.
28. Имитационное моделирование и принципы экологического прогноза.
27. Модели пространственного распределения организмов.
29. Математические методы, применяемые в систематике. Анализ корреляционной структуры таксона.
30. Основные математические методы сравнительной фаунистики и флористики.
31. Программное обеспечение, используемое в моделировании.

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

Программа освоения дисциплины предусматривает следующие формы текущего контроля: активно участвовать в опросе, подготовить доклад и презентацию, реферат, выполнить тестирование, контрольные задания и практические работы. Требования к оформлению и выполнению всех предусмотренных в рабочей программе дисциплин форм отчетности и критериев оценивания отражены в методических рекомендациях.

Максимальное количество баллов, которое может набрать магистрант в течение семестра за различные виды работ – 80 баллов.

Минимальное количество баллов, которые магистрант должен набрать в течение семестра за текущий контроль равняется 40 баллам.

Максимальная сумма баллов за устные ответы – 18 (6 ответов по 3 балла за каждый опрос), за выполнение практических работ – 12 (6 заданий по 2 балла), за выступление с докладом – 5 баллов, с презентацией – 5 баллов, за выполнение теста – 10 баллов, за выполнение реферата – 10 баллов.

Максимальная сумма баллов, которые магистрант может получить на зачете – 20 баллов.

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов.

Формой промежуточной аттестации является зачет, который проходит в форме устного собеседования по вопросам.

Оценивание ответа на зачете

Критерий оценивания	Баллы
Полно раскрыто содержание материала в объеме программы; четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; для доказательства использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов; ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания.	15-20
Раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при	11-14

использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов.	
Усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении; допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий.	5-10
Основное содержание вопроса не раскрыто; не даны ответы на вспомогательные вопросы; допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.	0-4

Шкала выставления итоговой оценки по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине выставляется преподавателем с учетом набранных баллов в процессе освоения дисциплины, а также баллов набранных на промежуточной аттестации. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа магистранта в течение всего срока освоения дисциплины, а также баллы, полученные на промежуточной аттестации.

Баллы, полученные магистрантами в течение освоения дисциплины	Оценка по дисциплине
41-100	Зачтено
0-40	Не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

1. Голубева, Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие. — 2-е изд. — СПб : Лань, 2021. — 192 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168961>
2. Красс, М. С. Моделирование эколого-экономических систем : учебное пособие. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 272 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=356223>
3. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 181 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/470480>

6.2 Дополнительная литература:

1. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — Москва : Юрайт, 2021. — 207 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/472320>
2. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Юрайт, 2021. — 133 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/476288>
3. Лабораторный практикум к выполнению лабораторных работ по дисциплинам: «Основы моделирования биологических процессов и систем» и «Математическое моделирование биологических процессов и систем» : учебное пособие / сост. Э. А. Алиев, Г. М. Пирбудагов. — Махачкала : ДГТУ, 2019. — 150 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145814>

4. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ : учеб. пособие для вузов / Александров А.Ю.[и др.]. - 3-е изд. - СПб.: Лань, 2017. - 272с. — Текст: непосредственный.
5. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ : учебное пособие / А. Ю. Александров, А. В. Платонов, В. Н. Старков, Н. А. Степенко. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 272 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167382>
6. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / под ред. В. Н. Волковой. — Москва : Юрайт, 2021. — 295 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/470079>
7. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Юрайт, 2021. — 450 с. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/469073>
8. Ризниченко, Г. Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч.: учебник для вузов / Г. Ю. Ризниченко, А. Б. Рубин. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — Текст: электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/470479>
<https://urait.ru/bcode/471099>
9. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 343 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/425228>
10. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2021. — 321 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/470481>

6.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Информационная система «Динамические модели в биологии» <http://dmb.biophys.msu.ru/>
2. Объединённый центр вычислительной биологии и биоинформатики <http://www.jcabi.ru/>
3. Институт математических проблем биологии РАН <http://www.impb.ru/>
4. Базовые модели математической биофизики
Неограниченный рост. Экспоненциальный рост - <http://62.183.105.233/cgi-bin/matweb.exe?mlmfile=mod1maltus>
Ограниченный рост - <http://62.183.105.233/cgi-bin/matweb.exe?mlmfile=mod2ferhulst>
Уравнение Ферхюльста - <http://62.183.105.233/cgi-bin/matweb.exe?mlmfile=mod3ferhulst>
Классические модели Лотки и Вольтерра - <http://62.183.105.233/cgi-bin/matweb.exe?mlmfile=mod6VoltLot>
Модели взаимодействия видов - <http://62.183.105.233/cgi-bin/matweb.exe?mlmfile=mod7vid>

Рекомендуемое свободное программное обеспечение:

1. Статистическая среда R www.r-project.org
2. <http://ecology.msu.montana.edu/labds/R/> - лабораторные работы по статистике в R для студентов экологического факультета университета в Монтане.
3. Статистическая программа Past <http://folk.uio.no/ohammer/past/>
(Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp.)

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке и проведению практических и лабораторных работ для направления подготовки 06.04.01 – Биология, программа подготовки «Биоэкология», квалификация (степень) выпускника магистр [Текст]. — М., 2021.

2. Методические рекомендации по выполнению самостоятельных работ, предусмотренных в рамках направления подготовки 06.04.01 – Биология, программа подготовки «Биоэкология», квалификация (степень) выпускника магистр [Текст]. — М., 2021.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных fgosvo.ru

pravo.gov.ru
www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная оборудованием: персональными компьютерами с подключением к сети Интернет, наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями.