

Авторы-составители:

Гордеев М.И., доктор биологических наук, профессор;

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

Бега А.Г., ассистент кафедры общей биологии и биоэкологии;

Темников А.А., ассистент кафедры общей биологии и биоэкологии.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование экосистем» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ России от 07.08.2020 г. № 920.

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Дисциплина реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

Содержание

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	5
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	Ошибка! Закладка не определена.
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	Ошибка! Закладка не определена.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины «Моделирование экосистем»: формирования у студентов компетенций в базовых областях экологии и оценки состояния природной среды.

Задачи дисциплины:

- дать представление об общих принципах моделирования в экологии;
- научить применять методы системного анализа при решении теоретических и прикладных задач в экологии.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ДПК-2. Способен участвовать в процедурах мониторинга окружающей среды в местах проведения исследований и проводить анализ природных образцов.

ДПК-4. Способен участвовать в оценке объектов природной среды, их безопасности для здоровья людей и окружающей среды.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является элективной дисциплиной.

Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения других дисциплин: «Экология Московского региона», «Основы экологии», «Экология живых организмов». Полученные в процессе обучения знания могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при написании выпускной квалификационной работы.

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:	36,2
Лекции	12 ¹
Практические занятия	24
из них, в форме практической подготовки	8
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	28
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачет в 8 семестре.

¹ Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

3.2.Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	Из них, в форме практической подготовки
Раздел 1. Основы теории систем. Системный подход в экологии.			
Тема 1. Общие понятия теории систем. Определение «системы», ее структура и функции. Принципы системности.	2	2	
Тема 2. Биосфера как система. Экосистема как объект математического моделирования.	2	2	
Раздел 2. Системный анализ в экологии и основные принципы моделирования.			
Тема 1. Информационное описание экосистем.	2		
Тема 2. Концептуальные и математические модели в экологии и этапы их построения. Классификация моделей.	2	2	
Тема 3. Аналитические, имитационные и эмпирико-статистические модели.	2		
Тема 4. Моделирование воздействия среды на биоценотические компоненты экосистем.		2	
Тема 5. Демографические модели.		4	2
Тема 6. Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.		4	2
Тема 7. Моделирование глобальных процессов в биосфере.	2	2	
Тема 8. Применение некоторых количественных методов в экологических исследованиях.		6	4
Итого:	12²	24	8

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	Количество часов
Тема 5. Демографические модели.	Составить модели динамики численности на примере популяции волков. Составить модели возрастной структуры популяции на примере популяции волков.	2

² Реализуется в формате электронного обучения с применением дистанционных образовательных технологий

	Составить модели конкуренции за ресурсы, отношений «хищник – жертва».	
Тема 6. Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.	Рассмотреть модель многомерной (фундаментальной) экологической ниши Хатчинсона.	2
Тема 8.. Применение некоторых количественных методов в экологических исследованиях.	Оценка загрязнения земли и атмосферы. Составление модели глобального развития.	4

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Тема для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Форма отчётности
Общие понятия теории систем. Принципы системности.	Системы и закономерности их формирования и развития. Классификация систем. Структура систем. Информационный подход к анализу систем.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Тестовые задания
Биосфера как система. Экосистема как объект математического моделирования.	Биосфера как система. Характеристики экосистем. Структура экосистемы. Энергетические, вещественные и информационные потоки в экосистемах. Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием.	2	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией
Системный анализ в экологии и основные принципы моделирования.	Экосистема как объект математического моделирования. Информационное описание экосистем. Концептуальные и математические модели и этапы их построения. Классификация моделей. Аналитические, имитационные и эмпирико-статистические модели.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Тестовые задания
Моделирование воздействия среды на биоценологические компоненты	Взаимосвязь экосистемы со средой и пределы толерантности воздействий. Влияние факторов. Моде-	4	Анализ литературных источ-	Учебно-методическое обеспе-	Доклад с пре-

экосистем.	ли зависимости скорости биологических процессов от температуры. Влияние среды на рождаемость. Лимитирующие факторы. Оценка их влияния.		ников, конспектирование	чение дисциплины	зентацией .
Демографические модели.	Модели динамики численности популяций. Модели возрастной структуры популяций. Модели выживания.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией .
Моделирование процессов в сообществах и экосистемах.	Модели конкуренции за ресурсы, отношений «хищник – жертва». Модели пространственного распределения организмов. Модель экологической ниши. Модели устойчивости сообществ.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией
Моделирование глобальных процессов в биосфере.	Модели биогеохимических циклов. Модели продуктивности. Модели потока энергии. Модели эволюции биосферы.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией
Применение некоторых количественных методов в экологических исследованиях.	Модели водных экосистем. Модели лесных сообществ. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли. Эколого-экономические модели. Модели глобального развития.	4	Анализ литературных источников, конспектирование	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	Доклад с презентацией
		28			

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
--------------------------------	--------------------

ДПК-2. Способен участвовать в процедурах мониторинга окружающей среды в местах проведения исследований и проводить анализ природных образцов.	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа
ДПК-4. Способен участвовать в оценке объектов природной среды, их безопасности для здоровья людей и окружающей среды.	1. Работа на учебных занятиях 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
ДПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы системности; - критерии выделения, виды, структуру и функции систем; - основные положения системной организации мира, круговоротах вещества, потоках энергии и информации в экосистемах; - направления изучения экосистем; - принципы системного анализа; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять экосистемный подход в изучении окружающей среды 	Опрос, тестирование.	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания тестирования.

	Продвину- тый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самосто- ятельная работа	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы экологиче- ских исследований: наблюдение; экспе- римент; моделиро- вание; - свойства основных математических мо- делей, применяемых в популяционной эко- логии, биогеоценоло- гии и других биологи- ческих дисциплинах. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ставить задачи в об- ласти анализа эколо- гических данных; - применять матема- тические методы для решения экологиче- ских задач. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными метода- ми математического моделирования в эко- логии. - навыками работы с прикладными пакета- ми программ 	Доклад, пре- зентация, практиче- ская подго- товка, кон- трольное задание	Шкала оценивания доклада. Шкала оценивания презента- ции. Шкала оценивания практиче- ской под- готовки. Шкала оценивания контроль- ного зада- ния
ДПК-4	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самосто- ятельная работа	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - возможности приме- нения математических методов при изучении биологических про- цессов и явлений; - основные методы систематизации экс- периментального ма- териала; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизировать и анализировать биоло- гические данные; 	Опрос, те- стирование.	Шкала оценивания опроса. Шкала оценивания тестирова- ния.
	Продвину- тый	1. Работа на учебных занятиях 2. Самосто- ятельная работа	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные методы систематизации экс- периментального ма- териала; - свойства основных математических мо- делей, применяемых в экологии; 	Доклад, пре- зентация, практиче- ская подго- товка, кон- трольное задание	Шкала оценивания доклада. Шкала оценивания презента- ции. Шкала оценивания

		<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизировать и анализировать биологические данные; - моделировать биологические процессы и явления с использованием математических методов <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами обработки и анализа экологической информации; - методами системного анализа экологической обстановки. 	<p>практической подготовки. Шкала оценивания контрольного задания</p>
--	--	--	---

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
Высокая активность на практической подготовке, выполнены лабораторные исследования в количестве не менее 3	10
Средняя активность на практической подготовке, выполнены лабораторные исследования в количестве от 1 до 3	5
Низкая активность на практической подготовке, лабораторное исследование не выполнялось	0

Шкала оценивания опроса

Показатель	Балл
Ответ полный и содержательный, соответствует теме; студент умеет аргументировано отстаивать свою точку зрения, демонстрирует знание терминологии дисциплины.	3
Ответ в целом соответствует теме (не отражены некоторые аспекты); студент 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; положения ответа не аргументированы; проблемы с употреблением терминологии дисциплины.	0

Максимальное количество баллов – 30 (по 3 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания доклада

Показатель	Балл
Доклад соответствует заявленной теме, выполнен с привлечением достаточного количества научных и практических источников по теме, магистрант в состоянии ответить на вопросы по теме доклада.	10
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.	5

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

Показатель	Балл
Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Проблема раскрыта полностью. Сделаны обоснованные выводы. Широко использованы возможности технологии программы, в которой выполнена презентация.	10
Представляемая информация в целом систематизирована, последовательна и логически связана (возможны небольшие отклонения). Проблема раскрыта. Возможны незначительные ошибки при оформлении.	5
Представляемая информация не систематизирована и/или не совсем последовательна. Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или не обоснованы. Возможности технологии программы использованы лишь частично.	1

Шкала оценивания тестирования

Критерии оценивания	Баллы
80-100% правильных ответов - «отлично»	8-10
60-80% правильных ответов - «хорошо»	6-8
30-50% правильных ответов - «удовлетворительно»	3-5
0-20 % правильных ответов - «неудовлетворительно»	2

Максимальное количество баллов – 10.

Шкала оценивания контрольного задания

Критерии оценивания	Баллы
80-100% правильных ответов - «отлично»	8-10
60-80% правильных ответов - «хорошо»	6-8
30-50% правильных ответов - «удовлетворительно»	3-5
0-20 % правильных ответов - «неудовлетворительно»	2

Максимальное количество баллов – 10.

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

Задание на практическую подготовку

1. Составить модели динамики численности на примере популяции волков.
2. Составить модели возрастной структуры популяции на примере популяции волков.
3. Составить модели конкуренции за ресурсы, отношений «хищник – жертва».
4. Рассмотреть модель многомерной (фундаментальной) экологической ниши Хатчинсона.

5. Оценка загрязнения земли и атмосферы.
6. Составление модели глобального развития.

Примерные вопросы для опроса

1. Дайте определение системы.
2. Какие системы называются открытыми, изолированными, закрытыми?
3. Какие системы называют гомогенными, гетерогенными?
4. Назовите основные системные принципы.
5. Дайте определение эмерджентности системы.
6. Что называется целевой функцией или стратегией системы?
7. Что называется динамикой системы?
8. В чем заключается процесс самоорганизации системы?
9. Как охарактеризовать понятия «Системный подход», «Системные исследования», «Системный анализ»?
10. Что является технической основой системного анализа?
11. Охарактеризуйте этапы системного анализа.
12. Поясните понятия «модель», «моделирование».
13. Каким требованиям должна соответствовать модель?
14. Назовите этапы процесса моделирования.
15. Назовите этапы, выделяемые в построении математических моделей.
16. Дайте определение понятиям «биологические системы» и «экологические системы».
17. Назовите особенности биологической системы.
18. Как подразделяются биологические и экологические системы по степени сложности структуры?
19. Что понимается под экосистемой?
20. Перечислите основные характеристики экосистемы.
21. Приведите иерархию биологической организации экосистем.
22. На чем основывается информационная классификация моделей экосистем?
23. Дайте характеристику основных подходов к моделированию и прогнозированию в экологии.
24. Как осуществляется моделирование в экологической деятельности.
25. Какие модели по способу построения используются при экологическом моделировании?
26. Назовите основные методы экологических исследований. Охарактеризуйте каждый из них.
27. На чем основана классификация статических и динамических моделей?
28. Дайте краткую характеристику детерминированных и недетерминированных моделей.
29. Составьте схему системного анализа для решения практических экологических задач и опишите основные этапы.
30. Составьте блок-схему для анализа водного баланса.
31. Чем характерны блоковые схемы?
32. Каковы цели, принципы и задачи эколого-экономического мониторинга?
33. Какие модели используются в эколого-экономическом мониторинге?
34. Охарактеризуйте структуру модели продуктивного процесса.
35. Как может отразиться прогнозное изменение климатических параметров на климатических изменениях растительного покрова?

Примеры тестовых заданий:

1. Фиксация связей между элементами системы, инвариантная во времени, понимается как:
 1. Поведение;

2. Структура;
3. Сложность;
4. Самоорганизация.

2. Изменение системы во времени определяется как:

1. Поведение;
2. Структурирование;
3. Усложнение;
4. Эволюция.

3. Характеристики, которые присущи целой системе, но отсутствуют у составляющих ее элементов, называются:

1. Сложными;
2. Новыми;
3. Структурными;
4. Функциональными.

4. Принцип контринтуитивного поведения систем Форрестера заключается в следующем:

1. Система историко-эволюционно развивается в сторону усложнения;
2. Поведение любой системы непредсказуемо;
3. Сложная система развивается не так, как мы предполагаем;
4. Чем глубже анализируется сложная система, тем менее определенны наши суждения о ее поведении.

5. Принцип несовместимости Заде гласит:

1. Чем глубже анализируется сложная система, тем менее определенны наши суждения о ее поведении;
2. Для объяснения и предсказания структуры и (или) поведения сложной системы возможно построение нескольких моделей, имеющих равное право на существование;
3. Поведение любой системы непредсказуемо;
4. Сложная система развивается не так, как мы предполагаем.

6. Связи, предназначенные для передачи вещества, энергии, информации и их комбинаций от одного элемента к другому, называются:

1. Прямыми;
2. Обратными;
3. Нейтральными;
4. Косвенными.

7. Группы элементов системы, способные преобразовывать воздействия и воздействовать веществом и энергией на другие подсистемы, называются:

1. Рецепторными;
2. Эффекторными;
3. Рефлексивными;
4. Детерминированными.

8. Группы элементов системы, способные воспроизводить внутри себя процессы на информационном уровне, называются:

1. Акцепторными;
2. Детерминированными.
3. Рефлексивными;
4. Эффекторными;

9. Не сводимость свойств целого к сумме свойств его частей представляет собой:

1. Принцип интегративных уровней;
2. Принцип эмерджентности;
3. Принцип «Бритвы Оккама»;
4. Принцип несовместимости.

10. Методы научного объяснения, связанные с выдвижением статистических гипотез и получением статистических описаний для объясняемого явления, называются:

1. Индуктивными;
2. Рекуррентными;
3. Интуитивными;
4. Дедуктивными.

11. Б.С. Флейшман (1978, 1982) предложил пять принципов усложняющегося поведения систем.



Поставьте напротив предлагаемых принципов номер, соответствующий их уровням на представленной схеме:

- Гомеостаз (обратные связи);
- Рефлексия;
- Вещественно-энергетический баланс;
- Принятие решений;
- Преадаптация.

12. Установите последовательность этапов системного анализа, поставив соответствующие порядку цифры от 1 до 7:

- выбор проблемы;
- внедрение результатов;
- установление иерархии целей и задач;
- выбор путей решения задачи;
- постановка задачи и ограничение ее сложности
- моделирование;
- оценка возможных стратегий.

13. Описание системы с помощью многих переменных является:

- 1) векторным
- 2) скалярным
- 3) факториальным

14. Свойство биологической системы, с помощью которого она может поддерживать свои параметры при изменениях внешней среды

- 1) самоорганизация;

- 2) адаптивность;
- 3) стабилизация;
- 4) самовоспроизводство;
- 5) целесообразность поведения.

15. Свойство биологической системы удерживать свои существенные для выживания параметры в заданных эволюционных пределах

- 1) адаптивность;
- 2) самоорганизация;
- 3) самовоспроизводство;
- 4) гомеостаз;
- 5) гомеокинез.

16. Свойство биологической системы, с помощью которого она может перестраивать свою структуру

- 1) самоорганизация;
- 2) адаптивность;
- 3) стабилизация;
- 4) самовоспроизводство;
- 5) целесообразность поведения.

17. Свойство биологической системы, при котором параметры системы колеблются около некоторого среднего положения, оставаясь в пределах границ, – это

- 1) адаптивность;
- 2) самоорганизация;
- 3) самовоспроизводство;
- 4) гомеостаз;
- 5) гомеокинез.

18. Такого рода смена состояния системы характеризуется коренной структурной перестройкой системы, отдельные компоненты исчезают, а на их месте могут возникнуть новые

- 1) кризис;
- 2) катастрофа;
- 3) катаклизмы;
- 4) хаос;
- 5) адаптация.

19. Модели, представляющие собой устные и письменные описания с использованием иллюстраций

- 1) словесные;
- 2) математические;
- 3) структурные;
- 4) геометрические;
- 5) логические.

20. Укажите переменные, которые не будут использоваться при характеристике среды:

- 1) минимальное значение
- 2) максимальное значение
- 3) среднее значение
- 4) стандартное отклонение
- 5) критерий Стьюдента.

21. Этот метод исследования экологических систем позволяет установить результат влияния на организм или популяцию комплекса факторов, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности вида в конкретных условиях

- 1) математический;
- 2) биологический;
- 3) лабораторный;
- 4) экспериментальный;
- 5) полевой.

22. Этот метод исследования экологических систем позволяет проанализировать влияние на организм отдельных факторов в искусственно созданных условиях

- 1) математический;
- 2) биологический; 20
- 3) лабораторный;
- 4) экспериментальный;
- 5) полевой.

23. Отношение числа особей данного вида к общему числу особей видов, выраженное в процентах – это

- 1) обилие;
- 2) встречаемость;
- 3) доминирование;
- 4) покрытие;
- 5) биомасса.

24. Количество особей вида либо всего сообщества, приходящееся на единицу площади или объема – это

- 1) обилие;
- 2) встречаемость;
- 3) доминирование;
- 4) покрытие;
- 5) биомасса.

Примеры контрольных заданий:

1. Составьте диаграммы взаимодействий элементов в системах с экспоненциальным и логистическим ростом.

2. Покажите, что график логистического уравнения имеет единственную точку перегиба. Найдите ее и дайте биологическую интерпретацию.

3. Рассмотреть систему Вольтерра в случае $\frac{k_1}{\varepsilon_1} = \frac{k_2}{\varepsilon_2}$. Найти отношения $\frac{x_\infty}{x_0}$ и $\frac{y_\infty}{y_0}$

4. Пусть экосистема содержит n конкурирующих видов. Определим матрицу потребления $A = (a_{ij})$ как матрицу размера $n \times n$, в которой элемент a_{ij} показывает среднее число особей j -го вида, потребляемое в день средней особью i -го вида. Какие типы поведения описываются нижеприведенными матрицами потребления:

а) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{bmatrix}$; б) $A = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$?

5. Допустим, что в задаче 4 потребление особи i -го вида приносит хищнику энергетический доход в r_i калорией. Определим r как n -мерный вектор-столбец, у которого i -й компонент равен r_i . Дайте биологическую интерпретацию компонентам вектора Ar .

6. Исходная популяция имеет следующую возрастную структуру $a_0 = (0,6,12)$ и матрица Лесли A – следующий вид:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 18 & 18 \\ 1/6 & 0 & 0 \\ 0 & 2/3 & 0 \end{bmatrix}$$

Найти (приблизительно) численность популяции через достаточно большое число n лет и ее устойчивую возрастную структуру.

7. Для задачи 6 определить долю особей, которую можно изымать в год из популяции, чтобы ее размер оставался равен исходному.

8. Допустим, вероятность λ рождения особью детеныша в два раза больше вероятности μ гибели самой особи. Определить среднее значение $N(t)$ популяции в момент времени $t =$

100, вычислить также вариацию $\text{var}(N(t))$, коэффициент вариации $\frac{\sqrt{\text{var}(N(t))}}{N(t)}$, найти

ограничения на λ и начальное значение популяции N_0 , при котором коэффициент вариации при $t = 100$ будет меньше 0,1%.

9. Пусть переходные вероятности для сукцессионных изменений на верховом болоте (с шагом в 20 лет) соответствуют представленным в таблице:

Начальное состояние	Вероятность перехода в конечное состояние			
	Болото	Луг	Лес	Участки, выедаемые травоядными
Болото	0,65	0,29	0,06	0
Луг	0,3	0,33	0,3	0,07
Лес	0	0,28	0,69	0,03
Участки, выедаемые травоядными	0	0,4	0,2	0,4

Определить долю каждого сообщества в состоянии равновесия.

10. Найти оптимальную стратегию рыбака, использующего в качестве наживки мух и живца, если матрица стратегий имеет вид:

Стратегии		Рыболов использует в качестве наживки	
		Мух (x_1)	Живца (x_2)
Рыба питается	x_1	-6	0
	x_2	0	-4

11. Найти оптимальную стратегию рыбака, если он дополнительно использует искусственных мух и блесну, а матрица стратегий в этом случае имеет вид:

Стратегии		Рыболов использует в качестве наживки		
		Мух (x_1)	Живца (x_2)	Блесну (x_3)
Рыба питается	x_1	-6	0	0
	x_2	0	-4	-2

12. 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.

у	X	1,2	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
	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	

13. Рассчитать значения частного (r_{xy}) и множественного (r_{xyz}) 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.

Примерные темы докладов и презентаций

1. Система, структура и поведение. Сложность системы.
2. Принципы системности.
3. Реализация системных принципов в экологии.
4. Системный анализ и его этапы.
5. Модели, их признаки и классификация.
6. Роль моделирования при анализе экологических систем и в управлении природопользованием.
7. Модели зависимости скорости биологических процессов от температуры и освещенности.
8. Модели динамики численности популяции.
9. Модели выживания.
10. Модели возрастной структуры популяций.
11. Модели конкуренции за ресурсы.
12. Модель «хищник – жертва».
13. Модели экологической ниши.
14. Моделирование сукцессионных изменений.
15. Моделирование биогеохимического цикла углерода.

16. Моделирование биогеохимического цикла кислорода.
17. Моделирование биогеохимического цикла азота.
18. Модели лесных сообществ.
19. Оценка загрязнения атмосферы и поверхности земли.
20. Эколого-экономические модели.
21. Модели глобального развития.

Примерный перечень вопросов к зачёту

1. Основы понятия теории систем.
2. Классификация систем.
3. Простые и сложные системы.
4. Отражение причинно-следственных связей в модели системы.
5. Методы качественного оценивания систем.
6. Принципы системного анализа.
7. Структура системного анализа.
8. Классификация моделей.
9. Моделирование, этапы построения модели, области применения моделей
10. Динамические модели экологических процессов.
11. Становление и развитие системных идей в экологии.
12. Иерархичность экологических систем.
13. Место живых систем среди других систем и их классификация.
14. Свойство «эмерджентности» систем, примеры.
15. Саморегуляция экологических систем.
16. Конечная и экспоненциальная скорости роста.
17. Видовое и структурное разнообразие в экосистемах.
18. Устойчивость и стабильность экологических систем.
19. Температура как экологический фактор. Модели скорости биологических процессов в зависимости от температуры.
20. Рост численности в геометрической прогрессии. Теорема Лотки и ее значение. Возрастной состав популяции.
21. Экспоненциальная и логистическая модели роста численности.
22. Модель конкуренции Вольтерры-Лотки.
23. Модель взаимодействия хищник-жертва Вольтерры-Лотки. Колебания численности в системе хищник-жертва.
24. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества. Методы оценки разнообразия. Индексы разнообразия и типы распределения обилия видов в сообществе.
25. Экологическая ниша. Пространство ниши и границы толерантности. Кривая и поверхность толерантности.
26. Биологическая продуктивность.
27. Поток вещества и энергии через экосистему. Пирамиды численности, биомассы и энергии.
28. Эмерджентные свойства, основные компоненты и главные биогеохимические циклы биосферы.
29. Концепция биосферы. Модели эволюции биосферы.
30. Имитационное моделирование и принципы экологического прогноза.

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

Текущий контроль освоения компетенций студентом оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутым.

Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах:

- опрос – 30 баллов
- контрольные задания – 10 баллов
- тестирование – 10 баллов,
- практическая подготовка- 10 баллов
- доклад – 10 баллов,
- презентация – 10 баллов,
- зачет – 20 баллов.

Шкала оценивания зачета

Показатель	Балл
Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений.	20
Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	16
Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	10
Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	1

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Баллы, полученные студентом по текущему контролю и промежуточной аттестации	Оценка в традиционной системе
41 - 100	Зачтено
0 - 40	Не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

1. Мельников, А. А. Проблемы окружающей среды и стратегия ее сохранения : учебное пособие для вузов. - Москва : Академический Проект, 2020. - 720 с. - Текст : электронный - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829130060.html>
2. Милешко, Л. П. Моделирование экологических систем и опасных ситуаций : учебное пособие / Л. П. Милешко, Н. К. Плуготаренко. – Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2019. - 89 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927534340.html>

3. Ризниченко, Г. Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 181 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/512499>

6.2 Дополнительная литература:

- 1.Абрамова, Е. Н. Проблемы создания цифровой экосистемы : правовые и экономические аспекты / Е. Н. Абрамова, А. П. Алексеенко, С. Н. Белова и др. - Москва : Юстицинформ, 2021. - 276 с. - Текст: электронный. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785720517281.html>
2. Логинов, В. Ф. Современные изменения глобального и регионального климата / Логинов В. Ф. , Лысенко С. А. - Минск : Белорус. наука, 2019. - 315 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9759850825100.html>
3. Ризниченко, Г. Ю. Динамика популяций : учебное пособие для вузов. — Москва : Юрайт, 2023. — 46 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/520444>
4. Трифонова, Т. А. Экология человека : учеб. пособие / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко - Москва : Академический Проект, 2020. - 154 с. - Текст : электронный. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829129972.html>
5. Тулякова, О. В. Экология : учебное пособие.- 2-е изд. - Москва: Директ-Медиа, 2019. - 182 с. - Текст: электронный. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785449911599.html>

6.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Рекомендуемое свободное программное обеспечение:

1. Статистическая среда R www.r-project.org
2. <http://ecology.msu.montana.edu/labdsv/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 к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

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 – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.